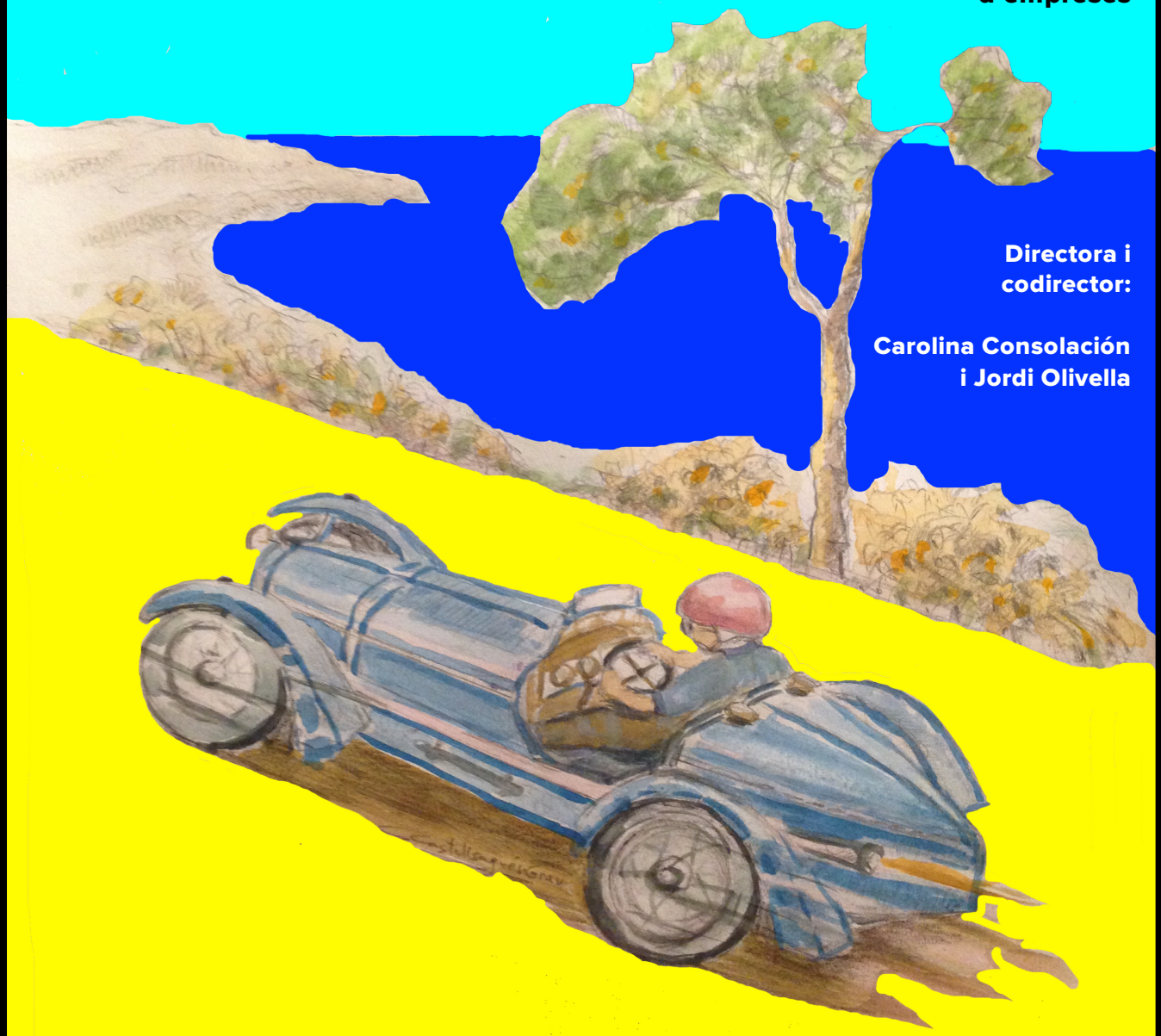
Departament
d'Organització d'Empreses

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Programa de Doctorat en Administració i direcció d'empreses



Directora i codirector:

Carolina Consolación i Jordi Olivella

Tesi presentada per obtenir el títol de doctor per la Universitat Politècnica de Catalunya

Caracterització i evolució dels Sistemes de Producció basats en el lean Management.

Oriol CUATRECASAS CASTELLSAGUÉS

Barcelona, 2016

Títol:
Caracterització i evolució dels Sistemes de Producció basats en el lean Management

Autor:
Oriol CUATRECASAS-CASTELLSAGUÉS

Directora i co-director:
Carolina CONSOLACIÓN
Jordi OLIVELLA

Tesis presentada per obtenir el títol de doctor per la Universitat Politècnica de Catalunya

PROGRAMA DE DOCTORAT EN ADMINISTRACIÓ i DIRECCIÓ D'EMPRESES
DEPARTAMENT D'ORGANITZACIÓ D'EMPRESES
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Barcelona, Juliol 2016

Tesi.

Caracterització i evolució dels Sistemes de Producció basats en el lean Management

"Fer una tesi significa divertir-se, i la tesi és com el porc, d'ella tot se'n treu profit".
Umberto Eco

RESUM

Introducció
Els sistemes de producció basats en la filosofia *lean* han anat guanyant protagonisme com una ruta freqüent i exitosa de millora per a les empreses. Adoptar *lean*, de la manera més convenient, és una decisió clau. Però poques companyies ho fan bé i tenen èxit. Entre les companyies que tenen més èxit, es troben les d'automoció. Pioneres en l'adopció del *lean*, continuen amb el lideratge en la recerca d'alternatives.

Objectiu
L'objecte concret d'aquesta investigació és analitzar l'evolució i la similitud al llarg del temps dels Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbils.

Disseny/Metodologia
Primer s'exposa en forma teòrica l'adopció de lean management a partir del treball de diversos autors reconeguts. Això comporta enumerar aspectes, eines i pràctiques. I inclou definir cada una d'aquestes eines i aspectes, per poder definir amb quina adherència es descriuen i s'executen als sistemes de producció estudiats.
I d'aquesta manera poder comparar paramètricament els sistemes descrits a la literatura, amb els que estan presents als Sistemes de Producció de les companyies del sector de l'automoció.
Aplicant criteris de convergència i divergència, la comparativa mostra, el grau en què els Sistemes de Producció del sector de l'automoció comparteixen un conjunt d'assumpcions i prescripcions, o constitueixen una estratègia diferenciada, aportant quelcom diferent.
Com a inputs de la tesi, hi han els diversos models, tant els descrits en la literatura com els aportats per les companyies, i el focus group. I com a output hi haurà la categorització dels diferents aspectes i eines dels sistemes de producció, i el seu posicionament final en un o diversos models.

Resultats
Els sistemes de Producció dels constructors d'automoció són diferents, encara que tots responen a un mateix model de lean. El sector de fabricants de vehicles, un dels més competitius, ha acabat convergint en una filosofia que conté unes eines, unes pràctiques i una cultura, que anomenen lean.
Així el sistema de producció no és més que una solució contingent, davant d'un objectiu, del model *lean*. I això comprèn una determinada profunditat en els principis i cultura, i l'ús d'unes eines.

Limitacions de la investigació
Aquest estudi s'ha limitat a una subpoblació del sector del automòbil.
Degut a la alta concentració, el nombre de casos disponibles no és prou alt com per fer un treball estadístic representatiu, i per això s'ha fet un estudi de casos.
Cal validar les proposicions per a la resta de sectors.

Implicacions pràctiques
Aquest mateix camí, emprés pel sector de fabricants d'automòbil, pot ser seguit per a la resta d'organitzacions i sectors econòmics, quan necessiten ser més competitius. I els hi és interessant tant en continguts com en la manera d'aplicar-lo.

Originalitat/Valor
Tot i que diversos autors descriuen i comparen, a la literatura, diversos models, no existeix un estudi comparatiu rigorós dels models dels Sistemes de Producció de les pròpies companyies fabricants d'automòbil, que pugui servir de model i guia a les empreses que volen adoptar un Sistema de Producció *lean* propi. En part això és així per la dificultat que entranya aconseguir documentació sobre aquests sistemes de producció.
En aquest cas l'interès es troba en poder comparar els sistemes a partir de la seva pròpia documentació, inaccessible habitualment.

Paraules clau:
Lean, sistema de producció, xPS, fabricants automòbil, model lean, eines lean, cultura lean, principis lean, model semi-circular, evolució sistemes producció, convergència sistemes productius.

ABSTRACT

Introduction
Production systems based on lean philosophy have been gaining importance as a frequent and successful path to business improvement. Adopting a lean production system in the most appropriate way is a key decision given that such practices help organizations improve safety, quality, delivery time and costs.
But few companies do it well and have success. Among the companies that are most successful are the automotive. Pioneering the adoption of lean continue with the leadership in the pursue for alternatives.

Objective
The study tries to analyze the evolution and the similarities of car manufacturers production systems over time.

Design/Methodology
First the theoretical adoption of lean management are showed, based on the work of several authors recognized. This leads to enumerate aspects, tools and practices. Including define each characteristic, tools or practices, to define and describe the production systems studied.
Then, compare the systems described in the literature, with the systems described in the production systems of the companies of the automotive industry.
Applying convergence and divergence criteria, the comparison shows the extent to which production systems, in the automotive sector, share a set of assumptions and prescriptions, or constitute a differentiated strategy, providing something different.
As inputs to the thesis, different models found in the literature, as well as the production systems provided by the companies, and the focus group. As an output: the categorization of the different aspects and tools of the production systems and their final approach to one or more models can be found.

Results
Production systems for automotive manufacturers are different, but all respond to the same model of lean. The industry of vehicle manufacturers of vehicles, one of the most competitive, after many years coverged in a philosophy that contains tools, practices and culture, that are called lean.
The production system is merely a contingent solution, to achieve a target of lean model. That includes a certain depth on principles and culture, and the use of tools.

Limitations of research
This study was limited to a subpopulation inside the automotive sector.
Due to the high concentration in few companies, the number of available cases is not high enough to do a statistical representative and therefore has become a case study.
Finally the propositions needs to be check in other sectors.

Practical implications
A part from these results, this path and this pattern described by the car manufacturers industry can be followed by other economic sectors or individual organizations.

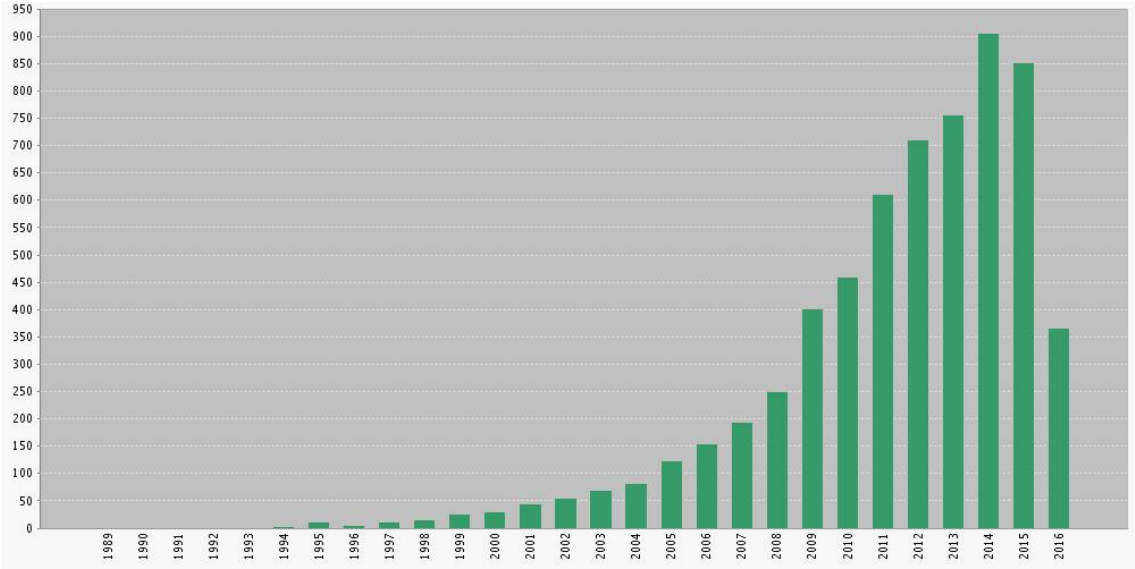
Original/Value
Although several authors described and compared several lean models in the literature, there isn't a rigorous comparative study for these models of production systems. These systems can serve as a model and guide for companies that want to adopt a lean production system itself. In part, this is due to the difficulty getting information about these production systems.
In this case the interest is in being able to compare systems from its own documentation, usually inaccessible.

Keywords:
Lean production system, XPS, automobile manufacturers, model lean tools, lean, lean culture, lean principles, semi-circular production systems evolution model, convergence production systems.

Introducció

En el darrer quart de segle, els sistemes de producció basats en la filosofia *lean* han anat guanyant protagonisme com una de les rutes més freqüents i exitoses de millora per a les empreses. Això ha fet que adoptar *lean*, de la manera més convenient, sigui una decisió clau i estratègica per a moltes d'elles per a poder competir i tenir èxit. El creixement explosiu de les referències al terme *lean* en la literatura d'aquests anys, és una clara mostra del interès que ha suscitat, que queda palesa en el gràfic adjunt.

Durant les darreres dècades els sistemes basats en la metodologia *lean* han anat avançant, evolucionant i guanyant protagonisme degut a una sèrie d'avantatges descrits a la teoria i avalats en les pràctiques de les empreses.



Gràfic 1. Evolució del nombre de cites del terme "lean" a la literatura. (Web Of Knowledge, 2016)

L'origen del *lean* es troba en el TPS, el Toyota Production System de Toyota Motor Company, desenvolupat com un sistema integral al llarg de la segona meitat del segle passat per Taiichi Ohno i Eiji Toyoda entre d'altres.

Precisament, Taiichi Ohno, un dels pares del TPS-*lean*, va definir-lo com fer més i més, amb menys i menys. Segons ell amb aquesta filosofia les coses són radicalment diferents, les activitats de totes les persones, des de la direcció fins al darrer treballador, es troben subjectes al mètode, als procediments i als estàndards. I tot això amb l'objectiu de *"produir eficientment a través de l'eliminació consistent i transversal del malbaratament"* (Ohno, 1988)

En els seus inicis no fou descrit de manera formal dins la companyia, així la seva difusió es produeix sobretot a partir de les obres de Shingo (1981), el propi Ohno (1988), Monden (1983), Womack i Jones (1989; 1996) i Liker (2004).

Aquests dos darrers llibres, especialment, contribuïren decisivament a que el sistema fos ràpidament adoptat per un gran nombre de companyies, encapçalades pel sector de l'automoció en general —no debades el sistema va néixer en aquest sector— tot i que avui ja és assumit per qualsevol sector i condició. I és que el sistema opera amb:

Beneficis del *lean*

- **Grandària de lots reduïts**
- **Inventaris baixos**
- **Millora de la qualitat**
- **Reducció del malbaratament**
- **Reducció del retreball**
- **Millora de la motivació**
- **Augment del rang d'actuació dels processos**
- **Increment de la productivitat**
- **Increment de la flexibilitat**
- **Reducció de l'espai necessari**
- **Menys mà d'obra necessària**
- **Reducció del temps d'entrega**
- **Eliminació de paradigmes**
- **Millora de la capacitat de resolució de problemes**

Taula 1 Beneficis del lean segons (Schonberger, 1982) i (Voss i Robinson, 1987)

Però la seva adopció no és fàcil, i no totes les companyies tenen èxit. El problema arriba al tractar d'esbrinar com ha de ser el sistema a adoptar. Per a poder respondre aquesta qüestió les companyies tracten d'averiguar quins Sistemes de Producció que es puguin definir com a *lean* hi ha, quin és el millor model de Sistema de Producció *lean* a seguir, quins són els seus requeriments i què comporta de diferent per a l'empresa. Resoldre tots aquests aspectes és important per als directius que tenen la responsabilitat de portar a terme el canvi de model, i forma part del objectiu general a resoldre en aquesta tesi, la qual, per tant, pot suposar una important ajuda als esmentats directius, en el seu camí cap a la millora.

De totes maneres ja ràpidament es constata (McLachlin, 1997) que poques companyies ho fan bé i tenen èxit. Això es així perquè, al principi, les empreses només aplicaven selectivament certes eines deixant de banda l'entesa del *lean* com una filosofia, com un sistema i la extensió de les iniciatives *lean* a l'organització humana adequada (Olivella, 2009) i a les iniciatives de management adequades (McLachlin, 1997). El propi J. P. Womack, a Gemba Walks (2011), revela l'evolució d'una corrent, establerta en certes empreses, que muda d'una visió d'eines a una visió de cultura i de management.

Entre les companyies que tenen més èxit, ja des de principis dels anys noranta, es troben les d'automoció, tot i que no de forma exclusiva. Aquest sector fou pioner en l'adopció del *lean*, i Hudson (1993) relata com el sector de l'automoció enllaça el fordisme amb nous conceptes de producció a partir de la crisi dels setanta, i el que és important: adjudicava a aquest sector el lideratge en la recerca d'alternatives. De fet, una de les recerques més conegudes com a capdavanteres del *lean* Management és el IMVP (International Motor Vehicle Program) del MIT, que precisament agafa el sector de l'automoció com a objecte a partir del qual es descobreix el TPS (Toyota production System), i d'aquí el *lean* Management.
Sembla, doncs, que el mateix camí que va seguir Toyota buscant una alternativa al fordisme, el *lean* management, és adoptat per tot un sector en bloc, i posteriorment per la resta d'indústria i sectors econòmics.

Tot i que a la literatura diversos autors descriuen i comparen diversos models, no existeix un estudi comparatiu rigorós dels models dels Sistemes de Producció de les pròpies companyies, que pugui servir de model i guia a les empreses que volen adoptar un Sistema de Producció *lean* propi. (Netland i Sanchez, 2013) I aquest treball d'investigació tracta de contribuir-hi.

En part, això és així per la dificultat que entranya aconseguir documentació sobre aquests sistemes de producció. Tot i que Toyota va obrir i compartir el seu sistema a la resta de competidors (Cusumano M. , 1985) i a la societat en general, no es pot dir el mateix de la resta de fabricants d'automòbil que han desenvolupat la seva pròpia versió d'un sistema de producció.

Es coneix (Cusumano M. A., 1994), però, que no totes les companyies americanes, europees o inclús japoneses han pogut o volgut seguir al peu de la lletra els estàndards establerts per Toyota (Cusumano hi afegeix també Honda, ambdues amb una història i geografia úniques que poden haver facilitat o condicionat les seves pràctiques). Així doncs, hi ha condicionants que expliquen una o altra evolució?

Caldrà conèixer l'estat de l'art del Sistema de Producció *lean* i els paràmetres de les diferents adaptacions. Aquest punt s'esbrinarà investigant els diferents Sistemes de Producció del sector pioner en adoptar-los i adaptar-los: l'automoció. Avui, pràcticament tots els grans constructors de cotxes, així com el seu primer nivell de proveïdors, tenen un Sistema Productiu basat en *lean*.

Per tant, l'objecte concret d'aquesta investigació és conèixer la caracterització dels Sistemes de Producció basats en *lean*, dins del sector de l'automoció, així com la seva evolució si n'hi ha hagut. D'aquesta manera es podrà determinar si tots els sistemes de producció formen part d'un sol model –una sola manera d'adoptar el *lean*– o quines són les diferències entre ells. En tot cas, hi ha la possibilitat de conèixer si hi ha un conjunt d'items comuns. Un altre objecte de la tesi és investigar si aquestes diferències podrien portar fins i tot a nous models hibridats o simplement a poder descriure els contextos, condicionants i restriccions que han fet adoptar aquesta divergència. Dins aquest darrer punt, aquest treball pretén conèixer com es reflecteixen en els sistemes els problemes i dificultats

Així doncs, ens podem qüestionar aspectes com ara: s'ha estudiat i dit molt del *lean* des de la seva aparició pública fins al seu desenvolupament primari; però, quina es la situació avui? Hi ha molt interès a les indústries i a l'economia per saber si hi ha un sol model? Quins trets tenen en comú tots els sistemes ja madurs? Quines evolucions tenen en comú? Quin model ha de seguir una empresa concreta? Qui és la referència actualment? Com han evolucionat les empreses més emblemàtiques del *lean*?

D'estudis comparatius amb mètriques sobre resultats n'hi ha hagut en el passat, que tractaven de deduir la superioritat que mostraven o, simplement, l'aportació que suposaven i tractant d'esbrinar en què hi contribuïa cada sistema, començant per les pròpies onades del estudis del MIT en l'àmbit del IMVP (International Motor Vehicle Program).

A diferència d'altres estudis, la investigació objecte d'aquesta tesi, i tot el que suposa d'aportació original, s'ha de realitzar comparant els propis Sistemes de Producció i no els seus resultats. És a dir, s'analitzaran i compararan els manuals i les auditories dels Sistemes de Producció de les companyies seleccionades, amb la finalitat d'analitzar la convergència o divergència de les metodologies de gestió i eines emprades, respecte un model de Sistema de producció anomenat model «contingent», a partir del qual se'n deriven i expliquen els models operacionals particulars de cada companyia

En aquest cas, l'interès rau en poder comparar els sistemes a partir de la seva pròpia documentació, inaccessible habitualment i d'aquesta manera conèixer quina és la situació del *lean*, l'estat de l'art, i amb quina profunditat s'aplica. Això es farà analitzant directament els manuals i auditories de les empreses fabricants d'automòbils, destinats a elles mateixes i als seus proveïdors i, a més, comparant-los amb els models proposats per autors reconeguts. S'adoptarà el sector de l'automoció per ser el pioner en l'adopció del *lean* i per la seva maduresa d'aplicació.

Tinguem en compte, però, que aquest sector i, de fet cada una de les companyies que el constitueixen, manté els sistemes de producció dins els seus murs, fet que fa difícil la recerca.

Part de la dificultat, i mèrit, d'aquest treball, rau en el fet d'aconseguir traspassar aquests murs i tenir accés a aquests sistemes de valor per a la investigació, i també poder accedir a la gent que els concep i sosté.

La metodologia que es seguirà en aquesta tesi doctoral parteix dels models de sistemes de producció d'autors, proposats per l'estat de l'art de la literatura, i de la seva convergència. D'aquests models, s'hauran d'extreure els paràmetres i característiques de cada una de les eines i els conceptes que inclouen.

Primer caldrà exposar en forma teòrica les característiques de l'adopció de *lean* management, a partir del treball de diversos autors reconeguts, fent un especial èmfasi en els aspectes que comprèn, així com la cronologia proposada per a la adopció. Això comporta enumerar aspectes, eines i pràctiques, àdhuc la definició de cada una d'aquestes eines i aspectes, aquests últims amb la dissecció minuciosa que en fa la literatura. D'aquesta manera, es podrà definir amb quina adherència es descriuen i s'executen els sistemes de producció estudiats i, posteriorment, comparar-les detalladament, per buscar una radiografia completa que posicioni la situació actual dels Sistemes de Producció de *lean* management.

D'aquesta manera es podran comparar paramètricament els sistemes descrits a la literatura, amb els que estan presents als Sistemes de Producció de les companyies del sector de l'automoció.

Aquesta comparativa ha de mostrar, aplicant criteris de convergència i divergència, el grau en que els Sistemes de Producció del sector de l'automoció comparteixen un conjunt d'assumpcions i prescripcions, o constitueixen una estratègia diferenciada, aportant quelcom diferent.

Com a objectiu intermedi respecte al general, es cerca reflectir el grau amb que diferents versions de la literatura relacionades amb un concepte, comparteixen un conjunt d'assumpcions i prescripcions, o be constitueixen una estratègia diferenciada, aportant quelcom diferent. D'aquesta manera es podrà buscar pràctiques de gestió comunes a partir dels sistemes de les empreses estudiades i autors escollits i analitzar fins a quin punt aquestes pràctiques adopten un sistema comú amb variants o be són sistemes diferents. En definitiva, es tracta d'analitzar la situació actual a nivell d'eines i pràctiques en el sector automoció, a partir dels seus Sistemes de Producció i no només a partir dels resultats, amb la intenció de validar un model únic o bé un mínim denominador comú que comprengui i expliqui la resta de sistemes.

Així doncs, aquest treball d'investigació té com a entrades, els diversos models, tant els descrits en la literatura com els aportats per les companyies. Com a sortida, hi haurà la categorització dels diferents aspectes i eines dels sistemes de producció, i el seu posicionament final en un o diversos models.

Estructura bàsica de la tesi

Aquesta tesi està estructurada en sis capítols que es descriuen a continuació. Cada capítol està dividit en apartats i, aquests, en subapartats.

Estructura Tesi

Introducció	Breu introducció a la tesi.
Capítol 1	Plantejament i justificació de la investigació.
Capítol 2	Revisió de la literatura. Estat de l'art.
Capítol 3	Plantejament dels objectius i enunciat de les proposicions
Capítol 4	Metodologia d'investigació.
Capítol 5	Anàlisi de les definicions de lean de la literatura
Capítol 6	Anàlisi de casos de les companyies d'automoció.
Capítol 7	Anàlisi a través d'un focus group
Capítol 8	Contrast de proposicions i implicacions. Conclusions.

Taula 2 Estructura de la tesi.

En el **primer** capítol es fa una breu introducció a la motivació respecte al present treball tant personal com des del punt de vista de la justificació de la recerca. En aquest mateix capítol s'ha tractat de sintetitzar els antecedents de la recerca que conduiran cap a la revisió de la literatura i l'estat de l'art.

El **segon** capítol arrenca amb una revisió de la literatura mentre es va caminant al costat de la història des dels primers models de producció com el dels artesans i el Taylorisme, passant pel moment clau del naixement del Toyotisme, l'adopció d'aquest sistema per part del sector de l'automoció, fins a arribar avui en dia, amb l'aplicació del *lean* a altres sectors. Un cop vist el gran context, es posa més el focus en el camp de treball. Per un costat s'analitza l'estat de l'art dels sistemes de producció, el del propi *lean* management i finalment, de manera conjunta, els sistemes de producció *lean*. Aquest darrer punt es bifurca en dos grans espais. Per un costat la visió d'un conjunt d'eines i la visió d'una cultura, amb la descripció corresponent i la problemàtica suscitada per les postures enfrontades que suposen. Per l'altre costat, l'estat actual de la literatura dels sistemes de producció *lean* dels fabricants d'automòbil

Al respecte, destacarem la literatura sobre les teories evolutives dels sistemes de producció del sector de l'automoció que proven, des del punt de vista qualitatiu, explicar les diferències i semblances entre sistemes.

La darrera part del capítol segon, està centrada en l'estat de l'art de les principals eines, dels principals conceptes i principis de la metodologia *lean*, per tal de veure si hi encaixen els continguts dels sistemes de producció, segons la literatura, que es valoraran posteriorment i poder, d'aquesta manera, parametritzar-los per comparar-los.

En el **tercer** capítol es dóna resposta a quins són els objectius del treball, quines són les proposicions, com enllaça i quina serà la metodologia emprada, així com les limitacions, assumpcions importants i delimitacions.

Pel que fa a les proposicions, s'han tractat de definir i explicar, una per una, així com la manera com s'han enfocat respecte als objectius de la investigació.

El **quart** capítol fa referència a la metodologia utilitzada per obtenir les dades, el treball realitzat per a que es puguin processar i el tractament proposat per analitzar-les. Aquest capítol desenvolupa l'enfocament metodològic de la investigació portat a terme a la tesi doctoral: es presenta la metodologia utilitzada, eines i, els mètodes de recollida i anàlisi de dades. Es complimenten amb avantatges i limitacions dels mètodes escollits per a la conclusió de la tesi.

Partint de les proposicions a donar resposta i el context de la investigació, s'identifica en primer terme el motiu de la investigació. A partir d'aquest punt es passa a seleccionar la estratègia de la metodologia de recerca, i el tipus d'investigació concret que s'utilitzarà. Que en aquest cas serà l'estudi múltiple de casos, referint-se als constructors d'automòbils que participen d'aquest treball.

Un cop fet el plantejament des del vessant estructural, es descriu el mètode de recollida de dades, que en aquest cas és múltiple, però uniforme en tots els casos: revisió de la literatura, documentació interna dels sistemes de producció, d'entrevistes a càrrecs amb responsabilitat i/o coneixement dels sistemes productius, així com la incorporació d'un «focus group» constituït per un panell d'experts externs a les companyies.

Al **cinquè** capítol del treball, es descriu l'anàlisi de les definicions de la literatura. Ja que l'anàlisi de les dades, es produeix a varis nivells: Eines i tècniques, Principis i Cultura, i esquema d'Evolució; en aquesta secció s'aporta el marc representatiu amb el qual comparar els sistemes de producció, estructurat en base a elements contrastables, utilitzant les taules recopilatòries d'ambdós nivells més recents i reconegudes.

Aquest capítol recull els punts del estat de l'art on altres autors varen deixar les seves comparatives dels sistemes de producció o del *lean* management en general. També s'hi mostra la teoria evolutiva de la aplicació del *lean* i el seu desenvolupament respecte els sistemes de producció.

En el **sisè** capítol es fa una descripció parametritzada, seguint l'esquema descrit al paràgraf anterior i a partir dels paràmetres trobats al segon capítol, de les dades obtingudes per a cada fabricant d'automòbil. Aquesta parametrització ens conduirà a valorar qualitativament i estadísticament les relacions d'aquests sistemes de producció entre ells mateixos i respecte la literatura observada. Per a cada constructor es detalla, seguint la mateixa estructura, la caracterització del seu sistema de producció. Al finalitzar la descripció, es parametritza i pondera cada apartat en una taula resum, agafant com a plantilla les taules recopilatòries proposades com a base per part de la metodologia, i d'aquesta manera poder comparar amb la pròpia literatura i els altres sistemes de producció *lean*.

La darrera part del capítol, versa sobre la ubicació de les eines, principis i cultura dins d'aquesta evolució. D'aquesta manera es podran comparar els sistemes de producció de les companyies constructores d'automòbil entre si, i es provarà d'explicar les diferències entre elles, dins d'un model encara únic.

Finalment, en el **setè** capítol, i com a darrer punt de la recollida de dades, s'ha utilitzat la metodologia del focus group, per tal de completar la triangulació. El focus group ha tractat tant de discutir i analitzar com, seguidament, de validar o corregir. En el capítol, de la mateixa manera que en els dos anteriors es parametritzen les eines i s'analitzen, en aquest cas a través del debat.

Per finalitzar, i a la darrera part del capítol tindrà lloc la descripció del model i la seva justificació.

En el **vuitè** capítol s'hi troben les conclusions fruit de la valoració dels sistemes de producció, una proposta de model en el que convergeixen els diferents sistemes de producció, així com les indicacions tant per als investigadors com per als professionals.

Així en aquest capítol es fa una petita introducció on es realitza l'anàlisi de les dades aportades i es desenvolupen les bases per a poder respondre a les proposicions.

Com a punt de partida s'utilitzen les anàlisis realitzades a partir de la literatura, estudi de casos i focus group, on s'argumenten i contrasten les comparatives i conclusions proporcionades. Aquestes es refereixen a una caracterització d'un sistema de producció comú basat en la comparativa directa entre autors, en la comparativa de la evolució en el temps i en una comparativa segons temàtica. A aquestes bases s'hi afegeix una altra, a partir del desenvolupament d'un nou model d'evolució segons implementació i objectius.

Així a partir d'aquests punts de partida, es responen les diferents proposicions.

Finalment al darrer apartat d'aquest capítol es resumeixen les conclusions, la validesa dels resultats, les limitacions del treball i les aportacions que fa.

1. Plantejament i justificació de la investigació

En aquest treball es planteja conèixer els sistemes de producció basats en el *lean management*, i analitzar amb quina profunditat s'apliquen al sector de l'automòbil, a través de l'estudi de manuals i auditories de les companyies fabricants i, també, de la seva comparació amb la literatura, per a poder caracteritzar-los i estudiar la seva evolució.

Després de la segona guerra mundial, el Japó, evidentment, tenia un consum intern molt dèbil, problemes d'abastiment generalitzats, problemes de finançament més aguditzats, un capital d'equips fet malbé i una força laboral desmotivada i sense experiència laboral, fora de les tasques pròpies de l'exèrcit. Amb aquest context d'evident crisi, una empresa –Toyota– va desenvolupar un sistema de producció que li va permetre fer d'aquestes debilitats virtuts i, a partir d'elles, crear un sistema que aprofita millor els actius, tant humans com materials i financers.

Aquest sistema va passar desapercebut per l'economia en general, fins a una altra crisi: la crisi econòmica dels setanta del segle XX. Va ser en aquest context, en que les mirades van dirigir-se a aquelles organitzacions que s'havien adaptat a la crisi o aprofitat de la mateixa. I, evidentment, aquí sobresortia Toyota. A partir d'aquí, investigadors de tot el món han diseccionat aquest model.

a. Plantejament de la investigació

Aquest model ha estat ja adoptat per moltes empreses de molts sectors (Gomez, 2010), començant pel propi sector de l'automoció. De fet el model es adoptat sobretot per les empreses o sectors més competitius, amb sort diversa, també s'ha de reconèixer.

Així es podria arribar a una conclusió fàcil: que aquest sistema de producció és el naturalment adoptat per les organitzacions quan necessiten fer un salt competitiu, amb les empreses del sector de l'automoció al capdavant.

El present treball, amb l'objectiu manifest d'analitzar la existència d'un sistema de producció basat en el *lean* Management, explora la caracterització i evolució dels sistemes de producció *lean* del sector de l'automoció, mitjançant una mostra d'un conjunt de fabricants d'automòbil, dels quals s'ha investigat la manera en que han plasmat els seus propis sistemes de producció *lean*, amb la finalitat d'obtenir conclusions consistents i així poder aportar-les a les diferents organitzacions o professionals que vulguin conèixer-les, per molt probablement fer-ho servir per els seus propis desenvolupaments de sistemes de producció.

La importància d'aquesta investigació es troba en la necessitat de donar resposta a les demandes de coneixement de com realitzar la transformació cap a un sistema de producció *lean* per part de tot tipus d'organitzacions, de tot tipus de sectors.

b. Justificació de la recerca

El ritme d'adopció dels sistemes de producció per part dels diversos sectors productius o països, no és compassat, i a vegades aquesta adopció és incomplerta, com a mínim durant el segle passat (Gomez, 2010) De fet, encara hi ha sectors que estan transicionant de models artesanals a models tayloristes, que van aparèixer a principis del segle XX..

Tal i com s'ha comentat, el protagonisme del *lean*, com a sistema adoptat, és cada cop més gran, amb una tendència natural a ser adoptat per les organitzacions quan necessiten fer un salt competitiu.

Aquest treball ha estat realitzat al llarg de la crisi 2010-2016, durant la qual moltes organitzacions han necessitat millorar la seva competitivitat, alhora que es trobaven en un context de consum decreixent, problemes de finançament, i amb una força laboral en retrocés en nombre, salari i drets laborals. Moltes d'aquestes organitzacions han posat la mirada en el *lean*. De totes maneres la globalització i la creixent competitivitat ja empenyien a les organitzacions igualment, cap a l'adopció del *lean*.

Això ha portat a crear una bona estructura productiva tant dins les organitzacions, com entre elles. Tot plegat en un entorn adequat on es pugui implantar la estandardització dels mètodes, equips, coneixements i aptituds i recursos materials, amb l'objectiu de crear una estabilitat mitjançant l'eliminació de les causes arrel per part de grups de millora, la implantació del *Just in Time* (JIT), així com sistemes de qualitat total.

S'ha dit i escrit molt del *lean*, dels seus beneficis, i la seva dificultat i problemes en la seva implantació. L'objectiu global d'aquesta investigació es conèixer quina és la situació i les tendències actuals de la filosofia *lean*, i fer-ho a través de l'estudi dels manuals i auditories d'empreses. I a través d'aquest enfoc ajudar a les empreses que vulguin adoptar-lo, a fer-ho de la manera més concreta i adient en funció dels seus objectius i necessitats, de la seva situació inicial i de l'entorn en que es troben.

Tot i que diversos autors descriuen en la literatura diversos models i, fins i tot, realitzen comparatives de models, no existeix una confrontació entre els models i sistemes de producció actuals, no tant sols a la literatura, sinó per part de les pròpies companyies, el qual pugui servir de guia per a les empreses que vulguin adoptar-los. En aquest fet radica part de la originalitat d'aquesta tesi.

Per als investigadors, aquest treball els podrà aportar un accés i una visió directa dels sistemes de producció que formen part del treball, així com accés als models estudiats, que no són públics ni de fàcil accés. Aquest es un altre aspecte d'aquest treball que li proporciona una originalitat afegida.

Per als dirigents d'organitzacions, aquest treball proporciona un resultat que permeti tenir en compte la correlació d'eines, cultura i metodologia que un sector important i pioner ha modelat en sistemes, i que si no es té en compte, pot fer que es converteixi sovint en una implementació *lean* no reeixida. L'error més habitual en aquests casos és l'intent d'aplicació de les eines sense cap model de sistema. Com és lògic, el domini de les eines és molt important per a la transformació, però pot ser del tot insuficient si no s'acompanya d'un model.

Abordar la creació de models únics de Sistemes de Producció lean, es una reclamació suggerida a diversos publicacions recollides en aquest treball. Aquests models anomenats xPS, són els que

amb variacions es troben a les empreses i organitzacions. L'originalitat del punt de vista d'aquest treball respecte els xPS i l'escassedat d'altres treballs en aquest sentit, formen part de la motivació.

En quant a la motivació personal, com a professional que treballa amb aquesta filosofia, docent a la universitat en aquesta matèria i com a membre de la comunitat global de *lean*, amb aquest treball voldria fer accessible el *lean* a qualsevol organització, de qualsevol sector. Voldria conèixer doncs, si el sistema de producció *lean* es pot copiar o s'ha d'adaptar, si es pot fer des d'una visió parcial, o obligatòriament la visió ha de ser global. I, finalment, si hi ha un model comú, si és reproduïble o és únic per a cada situació.

c. Antecedents de la recerca

Per Emiliani (2006), el *lean* management s'ha convertit en una de les rutes més importants per millorar el rendiment de les companyies americanes —i podríem afegir de la resta del món—, ja que ajuda a les organitzacions de manera global, entre d'altres aspectes, a reduir costos, millorar qualitat, reduir temps d'entrega, incrementar quota de mercat, desenvolupar nous productes i serveis, organitzar recursos humans, etc., segons destaquen Imai (1986) i Monden (1986). Emiliani també relata que, practicat correctament, el *lean* management pot ajudar a evitar decisions que puguin donar lloc a tenir que escollir entre un impacte negatiu per els accionistes, empleats, proveïdors, clients, inversors o comunitats. No obstant, no dóna gaires pistes concretes de com és aquesta pràctica correcta en cada cas.

Això ja dóna a entendre els milers de combinacions que poden donar-se avui en dia a l'adopció del *lean* per part de les empreses. Des de l'adopció com a una cultura que embriaga l'empresa (Toyota n'és un exemple, tal i com Liker i Hoseus (2008) ho descriuen), a una simple eina (per exemple, les 5'S) a usar en un cas concret. De fet és conegut el poc consens que hi ha tant en la pròpia definició de *lean*, com les característiques que han de ser associades a aquest concepte (Pettersen, 2009). Aquestes divergències poden causar confusió sobre les variants i sistemes *lean* existents.

Així doncs, com es defineix el *lean*? Quan es pot dir que aquesta filosofia és present a un sistema productiu o és la columna que vertebra tot un sistema? Com es diferencia d'altres models de producció? Què té en comú amb ells? És possible parametritzar l'adopció del *lean*?

Altres qüestions que es poden plantejar, són: Hi ha diferents *lean*, depenent de la mida de la organització?, del sector?, per variabilitat de la demanda i/o de SKU's?, per variabilitat de preus?, per diferents objectius?, per diferent país/cultura?
De totes maneres, dirigint la mirada als pioners i als màxims aplicadors de *lean* podríem trobar respostes sobre aquestes possibles combinacions.

i. En el sector de l'Automoció

Al realitzar-se la comparativa entre sistemes de producció industrial, en aquest apartat ens orientarem específicament a l'automoció, amb una revisió dels antecedents en la recerca de sistemes de producció en aquesta indústria.

Un estudi rellevant fou el portat a terme pel MIT amb el programa d'investigació IMVP (International Motor Vehicle Program). El propòsit del projecte fou en primer terme (1980-84) la identificació de tendències en la indústria mundial de l'automòbil i proporcionar un anàlisi de resultats i, en segon terme (1984-1990), determinar la competitivitat dels sistemes japonesos (en particular Toyota) i els estudis de per què tenien molt millors resultats en termes de qualitat i preus comparats amb la resta (en particular els *"Big Three"* de Detroit) (Emiliani, 2006). El resultat fou el llibre *"The Machine that changed the world"* (Womack, Jones, i Roos, 1989), en el que es comparen i analitzen dos models, el *lean* i el de producció en massa.

Posteriorment el IMVP en una tercera fase (1990-1999) es va centrar en la fluctuació de les relacions de poder dins de la cadena de subministrament global, i els desafiaments d'equilibrar la sostenibilitat social, econòmica i ambiental. I finalment avui es troba en una quarta fase (oberta el 2000, i a data de la tesi encara no conclosa) anomenada *"IMVP Navigating Auto's Next Economy"*, centrada ja més en participar dels desafiaments i les oportunitats d'un món canviant, que van des de l'augment de les pràctiques de negocis amb Internet, a la creixent

incorporació de l'electrònica avançada en els cotxes, i per descomptat el repte ambiental de l'escalfament global.

(Aláez-Aller, Bilbao-Ubillos, Camino-Beldarían, i Longás-García, 2000) van analitzar l'evolució de les relacions interempresarials establertes entre fabricants i proveïdors del sector de l'automòbil a Espanya. Segons els autors aquestes relacions han evolucionat en el període 1986 a 2000 del fordisme fins a la generalització d'unes pràctiques basades en els plantejaments del *lean* production. Els autors hi descriuen elements *lean* dins de les diferents empreses però sense comparar-los.

A l'article *"Una orientación ajustada de la estrategia logística: el sector de componentes de Automoción de primer nivel en España"* (Carretero-Díaz i Delgado-Estirado, 2000) es fa un anàlisi del grau d'utilització dels principis i tècniques d'administració d'operacions en el sector de components d'automoció d'Espanya, en el context d'operacions logístiques.

M. Carmen Peligros (Peligros i Bilbao, 2005) en *"El proceso de externalización productiva en la industria Española del automóvil"*, també analitza de manera empírica el grau d'implantació del *lean* Manufacturing a partir del resultat de la integració de la seva cadena logística.

Però tots aquests anàlisis són un cop més sobre els resultats, concloent que la majoria apliquen el sistema *lean*, per l'aproximació al resultat, i no pel model.

Altres autors descriuen la transformació de plantes o companyies a la metodologia *lean*, com per exemple PSA a Vigo (García, Lampón, i Vázquez, 2005), BMW, Mercedes i VW als EUA (Tries, 2001); en la majoria dels casos analitzen les semblances/diferències en la implantació dels models, respecte a la que s'ajusta al TPS, però sense analitzar-ne el model resultant, ni comparant-lo més enllà del TPS.

De l'anàlisi d'aquestes implantacions i adaptacions, alguns autors, casos de Boyer i Freyssenet (1998b; 1998a), conclouen que el resultat no és un model *lean* sinó un model hibridat i arriben a la conclusió que poden ser o be nous models o be principis nous del mateix model de producció *lean*.

Altres estudis (Hudson, 1993) examinen el resultat de la reestructuració que s'estava duent a terme en el sector de l'automòbil a nivell mundial en aquell moment, però sense entrar en comparació analítica entre els diferents sistemes.

Al estudi mencionat que porten a terme Boyer i Freyssenet (1998a) en el grup d'investigació econòmico-social Gerpisa (Groupe d'Etude et de Recherche Permanent sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile), evidencia les diferències purament qualitatives, tot i que sorprenentment no així les diferències "físiques". En el mateix estudi analitzen també l'evolució del sector de l'automoció arribant a la conclusió que en el període de 1974 a 1992 hi ha fins a 5 estratègies diferents.

Denominació de les estratègies de Sistema de Producció, a les quals donaren les següents denominacions: (Boyer i Freyssenet, 1998a)

1. Volum i diversitat, que personifiquen en VW.
2. Reducció continua de costos a volum constant, en Toyota.
3. Innovació i flexibilitat, en Honda.
4. Qualitat i especialització, en Volvo.
5. Volum, sense diversitat, que es personalitza en el primer model de H.Ford.

Segons aquests autors, el model de VW és en realitat una adaptació exitosa del model Sloan. En canvi els sistemes de producció de Toyota i Honda sí que són considerats nous models. De l'estratègia seguida per Volvo, conclouen que Volvo no arriba a crear un model nou, però si les bases per desenvolupar-lo, i l'anomenen Model reflexiu.

Conclouen també, que aquestes estratègies per a ser profitoses necessiten un entorn determinat i un model productiu d'acord amb l'estratègia. Aquestes comparacions de model, però estan basades en l'anàlisi de les companyies i el seu entorn sòcio-econòmic i no tant en els continguts dels models.

És interessant remarcar que els autors de Gerpisa (Boyer i Freyssenet, 1998a) associen cada model de sistema de producció diferent amb una estratègia, en definitiva a una necessitat, també diferenciada. Així, per a aquests autors, models diferents estan lligats a necessitats distintes.

Netland (2013) per la seva banda sí que ha estudiat el fenomen dels sistemes de producció, però agafant empreses de diversos sectors, per concloure que la majoria de sistemes de producció *lean* són variants del mateix model, que es situa molt a prop del TPS, amb una majoria d'eines emprades comunes. També conclou que la (Bartezzaghi, 1999)majoria de sistemes de producció estudiats estan més centrats en eines que en conceptes. Finalment, encara que les eines puguin diferir en nombre, no s'adopten eines no-*lean*

Respecte a l'evolució dels sistemes de producció molts autors (Netland T. , 2013; Boyer & Freyssenet, 1998a; Bartezzaghi, 1999; Muffatto, 1999; Llorente & Giráldez, 2012), coincideixen en que els sistemes de producció convergeixen cap a un sol model basat en el TPS/*lean*. Però amb dues opcions obertes: convergència cap al model de TPS/*lean* conegut, o cap a un model de TPS/*lean* hibridat amb d'altres models.

Així en global, hi ha una evolució, però és d'un model contingent a un altre. Així la convergència es produeix, buscant la millora en quant a resultats i millora en quant a humanització, a través de la millora continua i l'aprenentatge compartit. (Muffatto, 1999).

d. Objectius de la recerca

L'objectiu principal de la tesi és analitzar l'evolució al llarg del temps i similitud dels sistemes de producció dels fabricants d'automòbil.

Per tal d'assolir l'objectiu principal, es plantegen uns objectius previs:

1. Estudiar l'estat de l'art dels sistemes de producció, i els mecanismes que influeixen en la seva evolució, amb l'objectiu de delimitar els sistemes de producció a estudiar.
2. Estudiar el concepte de lean en la literatura i les seves diferents accepcions.
3. Estudiar l'estat de l'art dels sistemes de producció lean, i especialment de la literatura en relació a comparatives entre sistemes realitzades, o revisions de la literatura al respecte. Amb l'objectiu d'obtenir una definició, uns paràmetres, unes característiques i unes especificacions acceptades per assolir un model únic.
4. Estudiar els diferents Sistemes de Producció de les companyies fabricants de vehicles, obtinguts a la tesi, sota els paràmetres del punt anterior.
5. Analitzar els dos punts anteriors, i inscriure les diverses especificacions de la literatura i els sistemes de producció aportats en un un o diversos models de sistema de producció, i validar-ho.

2. Revisió de la literatura i estat de l'art

a. Introducció

El motiu d'aquest capítol és construir una fonamentació teòrica en la que es basi la investigació, mitjançant la revisió de la literatura, com a mitjà per identificar el problema motiu de investigació, les seves relacions i crear un context i una base de coneixement que permeti plantejar les qüestions objecte d'investigació, i determinar el valor afegit del present estudi.

Per tant del que es tracta és donar una sustentació teòrica a aquesta tesi, fent una revisió de la situació actual del àmbit d'estudi, fent un recorregut per les principals teories i investigacions, tant sobre els sistemes de Producció com sobre la metodologia *lean*, com sobre específicament sistema de producció *lean*, amb especial èmfasi, en aquells dedicats al sector del automòbil.

Tant a la revisió de la literatura, com en l'estat de l'art, s'hi troba l'enumeració i concatenació dels diversos autors, els descobriments, les certeses, les asseveracions, els avenços, les contradiccions, i els buits en les investigacions. Però també es considera important, realitzar una certa descripció de la interpretació que fan els autors, per a poder comprendre l'apropament als conceptes que els diversos Sistemes de producció que s'estudien, han fet.

S'ha efectuat una exploració de la literatura relacionada amb tots aquests àmbits objectes d'estudi.

Així en aquesta part del treball, anant des de tot l'univers cap a l'objecte d'investigació, es buscarà l'estat de l'art respecte a les definicions de Sistema de producció, posteriorment quant al terme *lean* en si mateix, i finalment del Sistema de Producció *lean*. Aquest capítol s'ha estructurat en sis grans parts:

a. Introducció (el present apartat)
b. Àmbit genèric a través de la història
c. Sistemes de Producció
d. El concepte de *lean*
e. Els Sistemes de Producció *lean*
f. Sistemes de Producció *lean* de fabricants d'automòbil
g. Descripció de les eines
h. Descripció de conceptes i principis
i. Descripció de l'entorn dels sistemes productius operacionals

Primerament, es proposa un breu recorregut històric per a poder posar en context les definicions que s'hi aniran trobant en els punts posteriors durant aquesta revisió de la literatura. Després s'ha fet una revisió de la literatura sobre els sistemes de producció, posteriorment s'ha fet el mateix sobre el *lean* management, per poder centrar-ho més en la següent part del capítol en l'estat de l'art dels sistemes de producció *lean*. La darrera part del capítol està dedicada a una revisió de la literatura i l'estat de l'art respecte els diversos Sistemes de Producció de l'automòbil sobre els que versen les proposició d'aquesta tesi. Així com una descripció de l'estat de l'art de les diferents eines, conceptes i principis.

b. Àmbit genèric a través de la història

Com s'ha dit a la introducció, els sistemes basats en la gestió *lean* han anat avançant, evolucionant i guanyant protagonisme. No obstant això, d'entrada, hi ha una certa confusió en el significat i l'abast del terme *lean*. Depenent de l'autor, o del moment, es pot dir que el *lean* és una cultura, una filosofia o una mentalitat concreta que es tradueix, en el moment d'implantar-se en una organització, en una metodologia específica, i que a més es recolza en una sèrie de eines, també específiques del *lean*, per la seva aplicació en un projecte donat. El rellevant és que el *lean*, a la literatura, es revela com a conjunt de tot això i se sustenta així mateix en el manteniment adequat de la correlació entre les seves parts: cultura, metodologia i eines, en proporcions i continguts diferents depenent del autor.

Pettersen (2009) mostra el poc consens que hi ha a la pròpia definició de *lean* entre els autors més rellevants. Els autors, fins i tot, semblen mostrar diferents opinions sobre les característiques que han de ser associades a aquest concepte. Conclou, finalment, que tot i no poder ser clarament definit, es poden trobar aspectes semblants entre les característiques associades a les implantacions de models concrets.

Serà interessant, doncs, revisar la literatura a través de la història, buscant l'estat de l'art del concepte, i sobretot, les seves característiques.

i. La evolució a través del cercle EUA-Japó-EUA

Si parlem de Sistemes de Producció *lean*, el consens unànime és que l'inici es troba a Toyota. (Holweg M. , 2006)

Toyota Motor Company va ser fundada el 1918 per Sakichi Toyoda com a spin-off de Toyota Loom Works (empresa dedicada a la fabricació de telers). Però qui va portar la empenta des de l'inici fou el seu fill Kiichiro, després que Sakichi vengués les seves patents de telers automàtics d'aquesta primera empresa per poder dedicar més esforços a l'automoció (Ohno, 1988).

Tot i les dificultats en un mercat local dominat per les subsidiàries de Ford i GM, als anys 30 del segle XX ja fabricaven cotxes i camions (Cusumano M. , 1985). La Segona Guerra Mundial va interrompre la producció, reemprenent-se després de la guerra. Però les dificultats econòmiques de la postguerra al país van acabar amb grans inventaris de cotxes sense vendre, portant Toyota el 1950 a greus dificultats econòmiques. Aquestes acabaren amb la reestructuració de la companyia i la sortida de Kiichiro. Paral·lelament el seu cosí, Eiji Toyoda es convertí en director de manufactura i fou enviat en un viatge d'estudis als EUA per estudiar els sistemes de producció americans. De fet la seva intenció primària era implementar les tècniques de producció en massa a Toyota, tot i que d'una manera diferent a la americana, atès el que ja Kiichiro havia dit molt abans fent referència a un enfocament propi, ja que les inversions i volums de venda al Japó no ho justificaven. (Holweg M. , 2006)

A aquests noms cal afegir-hi el de la persona que va donar l'impuls definitiu al Toyota Production System (TPS), en la forma de fer possible econòmicament produir gran varietat en volums petits: Taiichi Ohno. Ohno treballava a Toyota des de els anys 30, però a la part dels telers, i no va ser fins al 1943 que va passar a la companyia d'automoció. De fet segons

Cusumano (Cusumano M. , 1985), la seva no experiència en el sector de l'automoció va ser clau; i la seva aplicació del "sentit comú" sense cap idea preconcebuda va ser fonamental per desenvolupar una filosofia Just-In-Time diferent. Segons Ohno (1988) als sistemes de producció occidentals hi havia dos punts dèbils. Primer, produir en grans lots donava lloc a grans inventaris, espai i defectes. Segon, la poca habilitat per assolir les preferències dels clients.

Però tot i desenvolupar un sistema totalment oposat al vigent al món occidental, Taiichi Ohno assenyala al seu llibre (Toyota production system : beyond large-scale production, 1988) que el concepte de flux prové del fordisme, i que *"Japó no hauria d'oblidar que el QC/TQC, entre d'altres tècniques, provenen del món occidental –particularment d'EUA– i que avui formen part dels seus sistemes"*.

Va ser a partir de 1948 que Ohno va anar estenent el seu concepte de producció per Toyota, i impulsat per com s'havia resolt la crisi de 1950. El seu focus principal era reduir el cost eliminant malbaratements (Ohno, 1988), noció que va desenvolupar de la seva experiència anterior amb els telers de la família Toyoda. Aquest concepte de Jidoka, o "autonomatització de la qualitat" (Cuatrecasas, 2007), formarà ja part com una de les sòlides columnes del TPS (Ohno, 1988). L'altra gran columna, el JIT, rebé una gran aportació amb el desenvolupament del "supermercat Kanban" per al control de la reposició del material. Probablement aquesta és l'aportació més celebrada del viatge que va fer ell mateix el 1956 a les factories americanes (Cusumano M. , 1985). Tot i que el propi Ohno li ofereix la paternitat del JIT a Kiichiro Toyoda (Ohno, 1988), fou necessària la capacitat de produir i rebre components, i fer-ho en lots petits. En aquest darrer aspecte és molt notable també la contribució del consultor extern Shigeo Shingo al desenvolupar el sistema SMED (Single Minute Exchange of Dies) per a reduir el temps de canvi d'una màquina. (Shingo, 1981)

Segons M. Holweg (2006) aquesta cronologia porta a concloure que Ohno no va inventar un sistema de bell nou el 1948, sinó que el TPS és fruit d'una iteració de cicles d'aprenentatge durant dècades. És més, Fujimoto (1999) conclou que el TPS és una "capabilitat d'aprenentatge dinàmic", essent el resultat no un sistema original, sinó un híbrid de molts altres sistemes i conceptes. No és un Sistema, és una evolució i imbricació d'altres. La majoria d'autors sí que li concedeixen el nom de sistema, però tots coincideixen en que es tracta d'una evolució en el temps, per molts inconclusa encara.

Aquesta idea d'evolució del sistema i no només extreure un sistema comú és important a l'hora de desenvolupar la tesi. Així les eines del *lean* Management es poden distingir en dos aspectes. Alguns autors ho diferencien en eines i cultura. Per a alguns *lean* no és més que un conjunt d'eines que s'apliquen, i per altres no és més que un conjunt d'eines d'aprenentatge que en darrera instància ajuden a crear, modificar, adaptar un conjunt d'eines aplicables. Aquest punt es desenvoluparà una mica més endavant de manera específica.

Holweg (2006) argumenta al fet dels continus cicles d'aprenentatge, que ni Toyota, ni el propi Ohno consideressin que es trobaven davant d'un sistema diferent. Això, segons l'autor, explica que no va ser fins el 1965 que fou inicialment documentat. Tot i que, en realitat, aquesta formalitat de descripció del sistema no succeí fins el 1977 pel propi departament de control de producció de Toyota i Ohno (Sugimori et al., 1977; Ohno i Kumagai, 1980). Ja que de fet el 1965, el que es documentà només foren els sistemes Kanban per als proveïdors. Fujimoto assenyala al propi llibre *"Toyota Production System"* (Ohno, 1978) com a moment en que arriba la consciència de sistema. Fins llavors, probablement nomes al seu cap, no era més que una evolució dels sistemes anteriors fruit dels cicles d'aprenentatge i la necessitat.

Fora de Toyota el sistema no provocà una curiositat important fins a la crisi de 1973 (Holweg M. , 2006). Al seu llibre Taiichi Ohno (Toyota Production System, 1978) assenyala que la pròpia indústria japonesa tampoc no va mostrar interès en el sistema fins la crisi del petroli, quan les empreses varen veure com el creixement il·limitat s'esvaïa, i calia fer-se un expert en aproximar-se al client amb sistemes de producció multi-producte i quantitats limitades.

I fou abastament estudiat a partir de l'estudi sobre l'automoció, que portà a terme en una primera fase el 1979, el IMVP (International Motor Vehicle Program) que centralitzà el MIT (Boston, EUA), tal i com està descrit al llibre *"The future of Automobile"* (Alsthuler, Anderson, Jones, Roos, i Womack, 1984) i posteriorment a *"The Machine that changed the world"* (Womack, Jones, i Roos, 1989).

Per a aquesta tesi, a més, és especialment remarcable, que el IMVP en el seu moment també es centrés a la indústria de l'automoció.

Aquest estudi tindrà una segona etapa immediatament posterior –1985– amb la participació activa, ara sí, de companyies japoneses, així com també europees, a més d'americanes. Aquesta segona fase, segons Dan Jones (Holweg M. , 2006) no només pretenia descriure les diferències entre els diferents models sinó també mesurar-les, fent una mena de benchmark entre plantes de producció. I arribaren a un punt interessant: cóm mesurar plantes que tenen una integració diferent dels treballs dels proveïdors, que fan cotxes de segments diferents?

		Fabricants japonesos al Japó	**Fabricants japonesos a N. Amèrica**	**Fabricants americans a Amèrica**	**Fabricants Europeus**
Rendiment:					
Productivitat	hores/vehicle	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualitat	defectes a muntatge/100 vehicles	60	65	82,3	97
Layout:					
Espai	peus^2/vehicle/any	5,7	9,1	7,8	7,8
Tamany de l'àrea de reparacions	% de àrea de muntatge	4,1	4,9	12,9	14,4
Inventari	dies	0,2	1,6	2,9	2
Força laboral:					
personal en equips	%	69,3	71,3	17,3	0,6
treball rotatiu	0=cap, 4=freqüent	3	2,7	0,9	1,9
Suggeriments	empleat/any	61,6	1,4	0,4	0,4
Tipus de treballador	nombre	11,9	8,7	67,1	14,8
Formació de nous empleats	hores	380,3	370	46,4	173,3
Absentisme	%	5	4,8	11,7	12,1
Automatització:					
Soldadura	% de passes directes	86,2	85	76,2	76,6
Pintura	% de passes directes	54,6	40,7	33,6	38,2
Muntatge	% de passes directes	1,7	1,1	1,2	3,1

Taula 3. Comparativa de mètriques de referència entre fabricants d'automòbil, que mostrava la superioritat del model japonès. Font: Enquesta global de plantes del IMVP (1989) i Enquesta de qualitat de JD Power (1989).

Així Womack i Jones varen desenvolupar una metodologia primer –al 1986–, per poder comparar plantes (Krafcik J. , 1986). Aquesta metodologia va anar evolucionant fins a trobar mètrics de referència. Aquests foren descrits amb detall per d'altres membres de l'equip (MacDuffie i Pil, 1995; Holweg i Pil, 2001). L'objectiu d'aquests estudis, com de fet també del IMVP, era trobar un nou referent mundial que anomenaven *World Class Manufacturing*, nom que s'ha fet servir sovint com a equivalent del *lean*.

Evidentment aquests mètrics han estat criticats –per exemple per Williams et al. (1992). La majoria de crítiques venen per la falta de mètrics secundaris que expliquin les diferències dels mètrics principals. Altres autors (Roos, 2003) alaben els mètrics per la seva senzillesa. Tot i que aquesta tesi es basa sobretot en sistemes i no tant en mètrics, cal tenir-ho en compte, ja que els resultats (veure Taula 3) no es poden obviar, donat que mostraven una abassegadora superioritat dels sistemes de producció basats en el nou paradigma versus els sistemes de producció basats en el Taylorisme i en l'economia d'escala. Discussions exclusives sobre els mètrics emprats son conduïdes per MacDuffie i Krafcik (1989; 1992) MacDuffie i Pil (1994; 1995) i Pil i Holweg (2004).

El primer cop que es va usar el terme *lean* per referir-se a una planta fou emprat per Haruo Shimada (1986), a la Universitat de Keio, Japó. Shimada classificava les plantes en fràgils, robustes i grasses. El terme fràgil, però, es referia a una qualitat positiva així que va canviar el terme per "*lean*", donant a entendre una característica d'aquestes companyies: l'absència de greix. El primer però en fer esment com a tal "Producció *lean*" fou Krafcik (Triumph of the Lean Production System, 1988). I qui ho popularitzaren foren Womack , Jones i Ross al llibre *"The Machine that changed the world"*, (1989) que l'utilitzaven per poder-lo diferenciar del terme "Producció en massa", i com a equivalent a TPS.

ii. El *lean* s'estén a altres camps

Els darrers anys dels 80 i primers dels 90 del segle XX, varen veure com un gran nombre d'investigadors estenien l'estudi del *lean* més enllà de les plantes de fabricació, dirigint la mirada cap a la integració vertical de la cadena de subministrament (Helper S. R., 1987), cap al desenvolupament de productes (Fujimoto i Clark, 1991), o directament posant la vista a altres indústries (Cusumano i Nobeoka, 1998).

Molts d'aquests autors apareixen com a col·laboradors necessaris a *"The Machine that changed the world"* (Womack, Jones, i Roos, 1989) i estan a l'òrbita del MIT, Harvard, i IMVP. Aquest punt, comú entre ells, és important a l'hora de fer el benchmark entre metodologies.

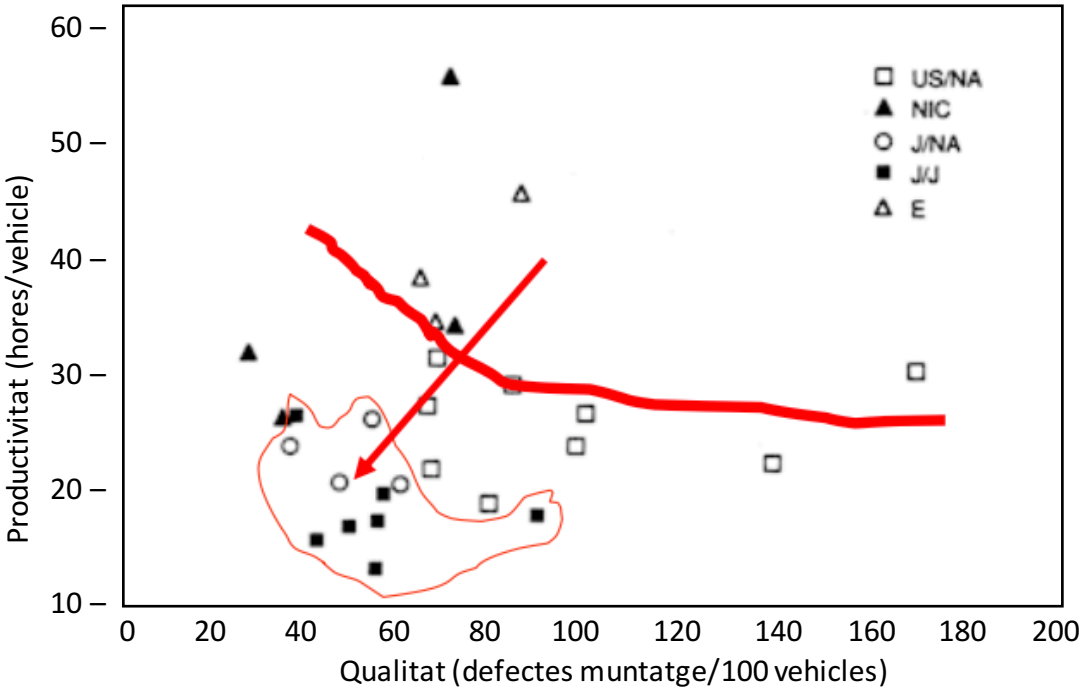
Ràpidament el model ha anat colonitzant tots els àmbits, començant per la indústria i passant pels serveis, l'administració i, arribant fins i tot a la sanitat. (Womack i Jones, 2006) Encara que a finals de la dècada de 1990 ja es va començar amb les primeres experiències *lean* fora de la indústria, no va ser fins a la dècada de 2000 que es va estendre la seva aplicació, amb una difusió més àmplia a partir de l'any 2010. En aquest punt ens trobem ara, i és per això que aquest treball té a intenció de contribuir a la màxima maduració del *lean* en tots els camps.

iii. Extensió del TPS al sector automoció

Tal i com s'ha descrit el TPS de **Toyota** fou estudiat i donat a conèixer massivament a partir de les recerques del IMVP, i estudis posteriors resultants.

Les importants diferències que mostraven en aquell moment aquests estudis -per exemple al següent gràfic es mostra una comparativa de l'època en termes tant importants com la productivitat i la qualitat-, va fer que la curiositat, si més no, fos màxima respecte a aquest nou sistema de producció.

Ja que tal i com es pot comprovar al gràfic 2, les plantes d'automòbil americanes -en el seu conjunt- obtenen una qualitat dolenta, amb una productivitat mediocre. Les plantes europees obtenen una bona qualitat però amb una productivitat molt cara en termes d'hores per vehicle, mentre les plantes japoneses obtenien bones marques en les dos paràmetres. I a més cal destacar que ho feien tant en plantes japoneses al Japó, com en plantes ubicades a l'estranger –com les americanes-.



Gràfic 2. Comparativa de diferents fabricants d'automòbil en termes de qualitat i productivitat. Font: Estudi sobre plantes d'assemblatge del IMVP (1989)

L'estudi que en fa la literatura de l'extensió del *lean* és important per conèixer l'origen, influències i característiques del sistema de cada companyia.

GM va estar implicada des del primer moment en el IMVP, i de fet Jay Chai un dels membres consultius del IMVP, tingué un paper fonamental en l'acord que donà llum a NUMMI (Holweg

M. , 2006). Nummi fou una joint venture entre Toyota i GM que comença el 1984 i acabà el 2010, i es considerada com la porta d'entrada del *lean* a GM i Delphi (filial de GM per a components d'automoció).

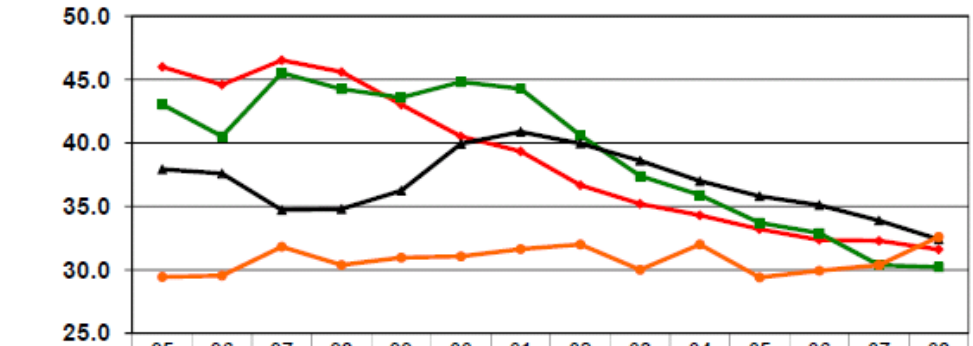
Renault va estar present activament en la segona fase del IMVP (1985), tal i com relata Holweg. Renault cedí una planta (planta de Flins-EUA, 1986) per a provar una metodologia que desenvolupaven Womack i Jones. Els resultats d'aquests estudis (Krafcik J. , 1986) tingueren un gran efecte sobre Louis Schweitzer (Renault), que els dóna impuls per desenvolupar-los. De fet els mètrics del IMVP continuaven al 2007 (Holweg M. , 2006) sent els mètrics benchmark entre les plantes del grup Renault.

El grup de Womack, Krafcik i MacDuffie i els diversos grups regionals varen estudiar prop de 70 plantes durant el 1986 i 1989. Els resultats foren presentats a Villadesta, Itàlia el 1988 i a Acapulco, Mèxic el 1989.

Aquest estudi va provocar que al 1988 Carl Hahn (CEO Volskwagen) volgués ja també fer aquest "canvi" a **Volskwagen** (Holweg M. , 2006).

Tenir un origen força comú, per a moltes de les metodologies de les companyies a ser estudiades, és important a tenir en compte a l'hora de fer el benchmark entre els seus sistemes.

Al gràfic 3 es poden veure els efectes que han tingut, segons diversos autors, l'aplicació dels diversos Sistemes de Producció en el temps total de producció d'un vehicle.



	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
GM	46.0	44.6	46.5	45.6	43.0	40.5	39.3	36.7	35.2	34.3	33.2	32.4	32.3	31.6
Chrysler	43.0	40.5	45.5	44.3	43.6	44.8	44.3	40.6	37.4	35.9	33.7	32.9	30.4	30.2
Ford	37.9	37.6	34.7	34.8	36.2	39.9	40.9	40.0	38.6	37.0	35.8	35.1	33.9	32.4
Toyota	29.4	29.5	31.8	30.4	31.0	31.1	31.6	32.0	30.0	32.0	29.4	29.9	30.4	32.6

Gràfic 3. Comparativa Temps Total de producció d'un cotxe entre constructors EUA-Japó. Font Harbour consulting 2009

Aquest gràfic -tot i que no es va continuar en el temps més enllà de 2005- abarca els anys en què els diversos sistemes de producció *lean,* òbviament exceptuant Toyota i Nissan, foren adoptats.

iv. Laboratoris en viu.

A partir de l'exemple de Toyota, varen sorgir aquestes i altres iniciatives, amb sort diversa, segons Maccoby (1987) GM Linden NJ, CAMI, GM-Suzuki, i Ontario Canada varen fracassar en el seu intent d'implantació, mentre d'altres com GM NUMMI, Saturn i Toyota Georgetown, varen ser grans èxits.

Per a Maccoby, les causes del fracàs varen ser:

- Errades en el middle management
- Pressió de la direcció per assolir objectius, i falta de confiança des de baix.
- Les plantes adopten certs aspectes del *lean*
- Les plantes obtenen certes millores a curt termini

I per al mateix autor, després d'estudiar Nummi i Georgetown, les causes de l'èxit són:

- Diferent actitud per part dels treballadors
- Baix risc de perdre la feina
- Important rol assignat a la planta
- Un intangible que l'autor assenyala, però que no pot descriure

Un factor que va ajudar a la difusió i implementació del *lean* a altres plantes i sectors fou l'establiment de plantes japoneses a occident a partir dels anys 80. Primer, no només des del punt de vista de la recerca tal com admeten (Womack, Jones, i Roos, 1989) MacDuffie and Pil (1994; 1999). També per què grans autors com Schonberg, Hall i Krafcik sorgeixen d'aquelles primeres plantes i centres (Holweg M. , 2006).

Segon, com a laboratoris en viu per vèncer moltes reticències sobre la viabilitat de ser trasplantat el sistema fora de Japó, o en unes condicions diferents per a les que var ser creat el sistema (Holweg M. , 2006), així com per a formar i desenvolupar proveïdors locals, i quadres de comandament locals.

En aquestes plantes es podia observar els principis del JIT en funcionament, l´ús amb personal occidental dels cercles de qualitat, i en definitiva el transplantament real de la metodologia.

El llistat d'aquestes plantes i centres a Amèrica del Nord des de 1960 fins a 2007 ha estat documentat per Holweg (2006). Entre els quals cal destacar Nummi – New Unit Motor (Toyota-GM), per la quantitat de literatura que s'hi refereix, i el TSSC – Toyota Supplier Support Center, per la quantitat de companyies que va formar en els inicis de la difusió del sistema de producció a occident.

Així Womack argumentava (Womack, Jones, i Roos, 1989): *"Creiem que les idees fonamentals de la producció lean són universals –aplicables a qualsevol lloc per qualsevol persona– i moltes companyies no-japoneses ja ho han après."*

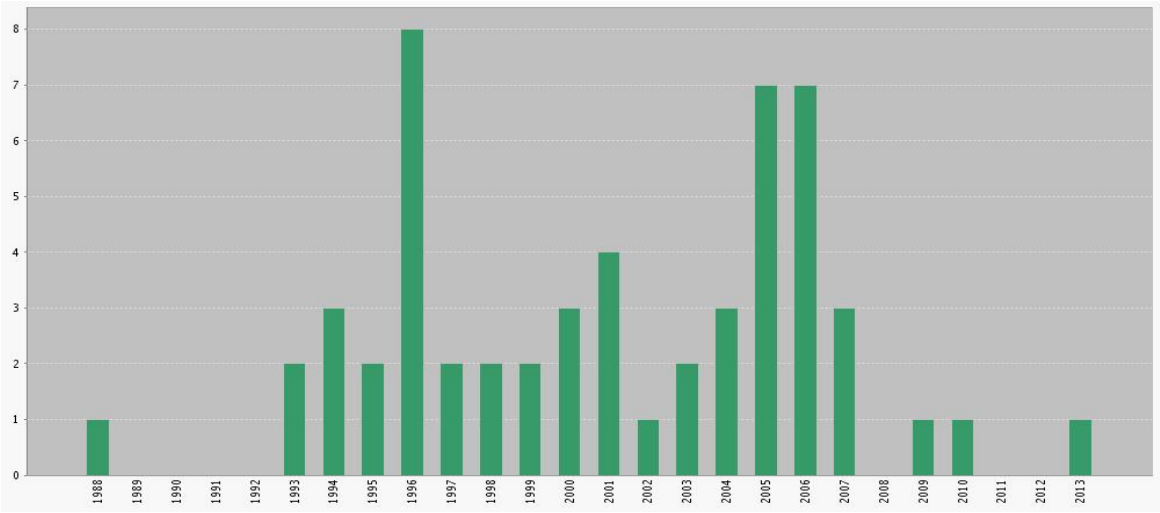
Aquests primers laboratoris en viu focalitzats, també lligats a un grup d'investigació concret, poden ajudar a trobar uns sistemes tot i que diferents a cada companyia, bastant coherents entre si.

A partir d'aquests laboratoris en viu, es constitueixen uns altres estudis molt importants, com són els del grup de recerca Gerpisa (Boyer i Freyssenet, 1998b), Aquest grup, al voltant dels

90's van provar de contrastar els corrents d'evolució dels models de producció, que en aquell moment estaven en plena ebullició científica.

Tots aquests estudis, molt apreciats, varen contribuir a classificar els sistemes de producció parametritzant-n'hi, també, la evolució.

De fet l'estudi dels Sistemes de producció *lean* no s'ha aturat, com mostra la figura 1 d'aquest treball, i la figura següent on hi ha la distribució temporal dels 50 treballs més rellevants, tenint en compte que els treballs dels darrers anys encara no han rebut el nombre de cites per poder aparèixer.



Gràfic 4. Data publicació de les 50 primeres obres, en nombre de cites, amb el terme "lean". (Web Of Knowledge, 2016)

c. Sistemes de Producció

En aquesta segona part del capítol, es fa una breu descripció de les definicions legals i genèriques del terme, així com el modelatge de la seva aproximació que fa la literatura. Posteriorment es proposa un breu viatge històric per comprendre la successió de sistemes de producció. La literatura considera molts cops aquests sistemes productius una evolució, així que es proposa revisar els mecanismes que poden haver portat i aportat cap a aquestes evolucions. I finalment revisar les diverses proposicions que fa la literatura quant a la evolució teòrica del sistema de producció a l'automoció.

i. Definició

Sistema Productiu

Tot i que en el diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans no s'hi troba *Sistema de Producció* com a concepte amb una definició independent, d'acord amb la Enciclopèdia Britànica és *"qualsevol dels mètodes utilitzats en la indústria per crear productes i serveis dels diversos recursos"* (web Britannica 2011). Es busca la definició en anglès ja que la major part dels sistemes analitzats s'autoanomenen en aquesta llengua.

Prenent com a marc de referència la Teoria General de Sistemes postulada per Ludwing Von Bertalanffy (1968: 56), es pot dir que: *"Un sistema pot ser definit com un complex d'elements interactuants"*.

De fet, al no existir una definició comunament acceptada, a la literatura s'hi troben diverses definicions. Clarke (2005) al seu treball *"Automotive production systems and standarization"* recull les definicions aportades per altres autors:

- *"Procés de fer de l'organització tècnica i les pràctiques econòmiques i els sistemes de les empreses coherents internament i externament viables amb l'objectiu de reduir les incerteses relacionades amb el mercat i el treball, i capaç d'aplicar els principis generals a una varietat d'espais geogràfics i capaç de garantir un cert nivell de predicibilitat en l'evolució de l'empresa en el temps, fins al punt de portar a una sèrie de configuracions polítiques macroeconòmiques i socials."* (Boyer i Freyssenet, 1995)

- Skinner (1985) és qui dona una definició més concreta diferenciant entre els components del sistema de producció com les eines o "maquinari", i els elements d'organització o de "infraestructura" "En el disseny d'un sistema de producció, el que es fa bàsicament és establir un conjunt de normes de fabricació. Les regles de fabricació són el mitjà pel qual els elements estructurals bàsics del sistema es van fer consistents i es van reunint. Les regles de producció es poden pensar en dues parts: la primera part s'ha de fer amb maons i ciment i maquinària Aquest és el maquinari o els "actius fixos" -... el nombre, capacitat i ubicació de les plantes i els equips i la tecnologia dels processos. La segona part té a veure amb la infraestructura (problemes d'integració, planificació de producció, programació i control d'inventari, gestió de personal i control de qualitat)." (Skinner, 1985)

- Per la seva part Bosenberg i Metz (1992) en la seva definició reconeixen de la complexitat inherent d'un sistema de producció relacionant-lo a les lleis intel·lectuals,

> polítiques i empresarials, per tant, un enfocament que defineix el sistema de producció com un sistema que comprèn estructures organitzacionals amb l'ésser humà en el seu centre. Els seu s elements consisteixen en directrius, principis de treball, noves estructures organitzatives, estratègies que descriuen tasques centrals de negoci, mètodes científics i principis d'enginyeria industrial, així com una sèrie d'eines pràctiques per a tot el personal.

Black (2010) per la seva part ho defineix com un complex arranjament dels elements físics caracteritzats per tenir paràmetres mesurables.

Finalment, basats en les anteriors consideracions Aguirre (2011) dona la següent definició a un Sistema de Producció: "Sistema de funcionament d'un conjunt d'activitats interactuants desenvolupades per produir una sèrie definida de productes o beneficis".

I de totes aquestes definicions poden arribar a suposar que hi ha una gran quantitat de sistemes de producció:

> Boyer i Freyssenet, (1998a) parteix de la base que no hi ha un model industrial que s'hagi reproduït, o estigui sent reproduït de manera idèntica. Sense que això no signifiqui que les històries particulars són la norma, amb cada empresa contínuament buscant dur a terme la seva activitat per qualsevol mitjà possible en condicions extraordinàriament variables i canviants. Sinó que un model certament no és, per tant, un sistema tancat i estable que només evoluciona o desapareix com a resultat de les limitacions externes. Compta amb una dinàmica interna, contradiccions, i les condicions d'existència i viabilitat, que el converteixen en mortals.

O bé que tot es pot resumir en un sol Sistema de Producció:

> Tota empresa o organització que tingui un conjunt particular d'activitats per a produir una sèrie definida de productes o serveis, té un sistema de producció, la diferència llavors rau en el "nivell de maduresa" i d'efectivitat del sistema, ja que això és el que farà que aquesta tingui més beneficis que una altra. (Aguirre, 2011)

Així doncs, les definicions accepten l'existència des d'un sol sistema de producció, fins a tenir un sistema de producció diferent per a cada situació. Per poder veure l'estat de l'art dels sistemes productius, caldrà abans un treball previ de revisar a la literatura, per poder observar com la mateixa literatura visualitza la seva visió dels diversos modelatges que es poden trobar.

Sobre aquesta base, com una primera aproximació, podem considerar com a models aquests processos coherents o compatibles internament i externament, que estructuren la vida de les empreses i les institucions, que regeixen les relacions de mercat i dels salaris. (Boyer i Freyssenet, 1995)

Aquests processos busquen assegurar el creixement econòmic i la regulació de les relacions socials, i per tant una predictibilitat relativa de desenvolupament econòmic i social.

A la literatura s'hi poden trobar tres tipus de definicions normalment acceptades del terme "model" (H. Hirata, 1993) aplicat a un Sistema productiu.

- IDEAL. En la gran tradició de l'organització científica del treball, el model representa un ideal al qual aspirar. El model ha d'inspirar a un conjunt de pràctiques destinades a fer que "apareguin" en la gestió diària de les empreses o indústries. El model japonès que es descriu a les revistes de gestió, o de nou la teoria de la producció ajustada del MIT, entren en aquesta definició.

- EMPÍRIC. D'acord amb una segona visió, es diu que el model correspon a la teorització d'un conjunt de pràctiques realment existents. En aquest cas el criteri ja no és l'atracció intel·lectual d'una construcció teòrica o d'un programa normatiu, sinó poder representar una gran diversitat de pràctiques que no es poden resumir o sintetitzar sense una simplificació teòrica. El model és un petit mapa a escala de les pràctiques industrials. El límit és llavors entre la voluntat de buscar els trets comuns i l'heterogeneïtat de les pràctiques concretes al nivell més bàsic.

- TEÒRIC. Per a l'investigador, el model és un mètode destinat a accentuar la coherència i la pertinència d'una construcció teòrica, considerat per representar el nucli de la conducta i la dinàmica observada en els sistemes que ell o ella estudia. És una visió preferida per economistes i condueix a una proliferació de models formals (M. Aoki, 1988; P. Milgrom, J. Roberts, 1990; N. Greenan et al, 1993; B. Carrier, 1993).

ii. Models operacionals existents

Sigui ideal, empíric o teòric, varis autors, tal i com recull (Clarke, 2005) històricament, a partir d'un model anterior dels artesans, han descrit tres paradigmes de sistemes de producció diferents: un model basat en el Taylorisme i el Fordisme, un model reflexiu centrat en l'home basat en Volvoisme, i un model de producció ajustada basat en el Toyotisme. Com s'ha assenyalat anteriorment, òbviament, aquesta diferenciació és una mica simplificada, i en la pràctica, existeix una sèrie de variacions d'aquests tres models.

Model dels artesans

Segons Cuatrecasas, L (2007) des de l'edat moderna fins, amb generalitat, al s.XIX, el model imperant va ser el model dels artesans. Segons el mateix autor el model es hereu del anomenat "gremial" de la edat mitja. No es pot dir que hi havia models operacionals abans d'això –al menys en el sentit que l'estem entenent aquí– i que puguin tenir el menor interès per aquesta tesi.

El model dels artesans es format per professionals que o be o feien tot, o tenien les habilitats per a poder-ho fer, dins la seva especialitat. Això feia, evidentment, que el seu treball no pogués arribar a un nombre gran de persones, però la personalització i flexibilitat eren innegables. Tot i que, aquesta manera de treballar, podria plantejar seriosos dubtes en relació a la qualitat.

En aquest model els propietaris havien de confiar en els seus artesans per les decisions de producció, la seva confiança es basava en el nivell de les habilitats dels artesans i, també a la inversa, era de fet el grau d'habilitats, el que va permetre als artesans mantenir aquest grau de control en el procés de producció. Aquestes habilitats no eren apreses de fonts teòriques, ni d'un cos normatiu, sinó en gran mesura empíricament en base a la experiència en l'observació i l'aprenentatge al llarg del temps fent la feina en si. (Gartman 1986: 29). Aquest model seria clarament empíric.

Per a diversos autors recollits al treball de Clarke (2005) el principi de la fi del model dels artesans, i de fet l'inici de la història dels sistemes de producció es materialitza a la literatura amb la introducció, a nord Amèrica, de peces estandarditzades per a les armes. Encara que aquest esdeveniment s'associa principalment amb Whitney, entre els estudiosos, l'impacte que va tenir en aquest procés s'ha reduït al seu paper de promotor de la normalització (Woodbury 1960 :. 235ff). En lloc d'això, els esforços de normalització de l'anomenat "sistema d'armeria" s'atribueixen a l'obra de Simeó Nord i més tard perfeccionada per John Hall (Hounshell 1984: 1,15, 28,41).

Per tant, fins i tot contemporàniament al desenvolupament de la normativització, durant aquests primers dies de la producció d'automòbils era una pràctica habitual que el sistema de producció el determinés, encara, el nivell d'habilitats del artesà. De fet la majoria de marques d'automoció van ser fundades per artesans/inventors, com es pot comprovar al capítol 4.

No obstant això, aquesta relació definida per la interdependència entre la fàbrica i els treballadors qualificats es va esvair quan la demanda del consumidor es va incrementar (Meyer III 1981: 13ss), degut a les pròpies limitacions del model dels artesans anteriorment descrita (Cuatrecasas, 2010).

De fet el model dels artesans va sobreviure a la revolució industrial, la primera, la que tingué lloc al final del segle XVIII, que va tenir un caràcter tecnològic, propiciat per el fort avenç de

les ciències, impulsades al seu torn per l'avenç en les matemàtiques que van permetre resoldre molts problemes de la física, inventant-se la màquina de vapor i, posteriorment, desenvolupaments científics que propiciaren l'ús pràctic de la electricitat.

Així el model artesanal va sobreviure tot el segle XIX, fins que tingué lloc la ara anomenada la segona revolució industrial. Aquesta, relacionada amb el management.

I el Taylorisme es va introduir a la fàbrica per permetre una major producció, i més eficient, al plantejar la divisió del treball i la fragmentació de les habilitats prèviament realitzades per artesans (Gartman 1986: 44). Això va marcar la fi del sistema de producció dels artesans, començant als EUA.

Treball per processos. Economia d'escala.

Aquest model artesanal va ser substituït, a la calor de la segona revolució industrial, pel model d'economia d'escala, que generalitzarien Henry Ford i Alfred Sloan, convertint-se en el model imperant durant el segle XX. Aquest model es basa en la millora de la productivitat, i per tant del valor afegit, a través de l'homogeneïtzació i la repetibilitat (Cuatrecasas, 2010). Així, cada un dels professionals s'encarrega d'un procés concret, repetitiu. Això permet concentrar els esforços dels professionals en les tasques per a les quals han estat formats, augmentant així la seva productivitat, al convertir-se en *especialistes* de la seva pròpia tasca. A més, aquest augment de la productivitat permet fer arribar a un cost raonable i bona qualitat el *producte* de les empreses a moltíssima més gent (cotxes, menjar, salut, etc.).

De fet es fins a l'inici del segle XX, quan es produí la que ara ja s'anomena la segona revolució industrial, que no va ser tecnològica sinó de Management. En aquest moment fa la seva aparició la gestió amb criteris científics, cosa que no tenia el model artesanal. Precisament el pare de tot plegat es diu que va ser Taylor perquè va iniciar oficialment aquesta important era amb el seu llibre *"Scientific Management",* el 1911. (Cuatrecasas, 2010)

Taylor descriu a *Scientific management* (1911), per què creu que es millor produir amb mètodes basats en criteris científics, enlloc de deixar en mans dels treballadors la manera de dur-la a terme (capítol 2: *"cada obrer rep instruccions completes per escrit, que descriuen en detall la tasca que ha de realitzar, així com els mitjans a utilitzar per dur-la a terme"*).

Aquesta obra li va suposar la consideració de "pare" dels nous sistemes de gestió basats en la introducció, per primera vegada, de criteris científics en el desenvolupament dels processos productius. Avui es parla d'aquesta fita, com la "segona revolució industrial".

El primer model va sorgir com una millora a la introducció de parts estandarditzades del primer Sistema d'armeria (Hounshell 1984, Nelson 1974, Skinner 1985), amb la introducció dels principis científics del treball de Taylor (Waring 1995, Rabinbach 1990) .

El Taylorisme va portar a l'organització sistemàtica i simplificada de treball (Ketting 199: 24), però també a una forta disminució de la qualitat, causada pel baix nivell de qualificació necessària dels treballadors en la producció. D'altra banda, el credo de Taylor per dividir i especialitzar el treball en elements planificadors (treball mental) i l'execució de l'obra (treball físic), va deixar la qualitat com una preocupació dels "serveis de control central" també independents (Juran 1995: 555), passant la qualitat a ser un assumpte a ser inspeccionat, i no a ser produït (Ketting 1999: 24). La reconciliació del taylorisme i les tècniques de producció en

massa amb la gestió de la qualitat no era possible, a causa de la consciència que la qualitat no es veia que fos responsabilitat del treballador (Schaafsma i Willemze 1954: 3).

Un altra aspecte observat d'aquesta proposta de Taylor es que *"cada departament funcional en l'empresa realitza la seva funció assignada i després lliura el resultat a la següent funció en la seqüència"* (Juran 1995: 561), un sistema que Juran anomena *"tirar-ho per sobre del mur"*. Ja al 1944, es criticava que *"gran part d'aquest avanç ha estat en nom de l'eficiència i la racionalització, però poc d'aquest avanç s'ha destinat al desenvolupament d'habilitats i tècniques, o per assegurar la cooperació, és a dir, per aconseguir individus i grups d'individus que treballin junts de manera efectiva i amb satisfacció per a si mateixos "*(Roethlisberger i Dickson, 1944). El propi Taylor confessava que *"la ocupació habitual estaria més a prop del bou que qualsevol altre tipus"*. (Taylor 1911: 28), un canvi força radical respecte al model anterior.

La intercanviabilitat de les peces va permetre un augment tant del volum com la velocitat de producció. Alhora, es garanteix la consistència de la qualitat del producte. Per tant, *"els augments en la velocitat de la producció i els volums de producció, al qual van assistir els preus més baixos, la qualitat més uniforme, i el creixement demogràfic, van resultar en unitats productives molt més grans"* (Skinner, 1985: 285). A més, un augment de mida de la planta, es facilita a través de l'explotació de les economies d'escala, i permet instal·lacions més integrades" (ibid.).

Respecte a la velocitat d'adopció, allà a on la normalització, la divisió del treball, i la mecanització ja havien fet forat, l'estandardització del procés de producció fou més ràpida (Gartman 1986: 100).

Un gran impuls va ser el desenvolupament de la instal·lació de la línia de muntatge mòbil, utilitzada per primer cop a la primavera de 1913 a la planta de Highland Park de Ford. La línia de muntatge en moviment permet un sistema de flux de treball continu en el qual cada estació era administrada per un treballador que col·locava peces estandarditzades de manera estandarditzada en un xassís estandarditzat en moviment. "*Al llarg d'aproximadament l'abril del 1913, el primer que vam provar va ser l'experiment d'una cadena de muntatge ... Crec que aquesta va ser la primera línia en moviment instal·lada. La idea va sorgir de manera genèrica de la cadena que feien servir per a penjar boví a Chicago*"(Les cites d'Henry Ford, McNair 1978: 91).

La idea de Ford no era una novetat. Ja en 1790, Oliver Evans aplicant el principi de flux de procés, ja reconeixia que *"el moviment dels materials (de gra en el cas d'Evan) a través del molí, o fàbrica, és una de les maneres més importants per controlar la velocitat de la producció"* (Biggs, 1996: 9).

El de Taylor encara no era sistema, el de Ford si

Per a molts autors els principis de Taylor, no deixaven de ser idees soltes, que es poden empaquetar junt amb d'altres conceptes com la estandardització de les peces, el flux, la integració de les operacions,... de manera que s'integrés en un sistema.

"Si els treballadors anaven a treballar com màquines, els enginyers de Ford van arribar a la conclusió que tota la fàbrica va haver de treballar com una màquina, que l'èxit de la producció de la línia de muntatge depenia de subministrament eficient de materials i parts dels llocs de treball" (Biggs, 1995: 53) .

"Aquest sistema es porta a terme en cada àrea i zona de fabricació, no només en l'equipament, sinó també en els mètodes del taller. Els transportadors utilitzats per les diferents àrees i les cadenes utilitzades en la seva construcció, tots són estàndard. Tot el material ve en mides estàndard. Tots els projectes són fets en un formulari estàndard determinat amb la diversa informació que apareix sempre en la mateixa ubicació en el full, de manera que no hi ha temps per a ser desaprofitat en la caça d'això ". (Ford i Crowther, 1922)

"La idea d'establir estàndards de treball, i poder establir la quantitat esperada d'una determinada màquina-eina, un procés de treball, o una sèrie de processos; és el cor mateix del taylorisme en particular i la sistemàtica de gestió en general" (Hounshell 1984: 230).

Per als autors del grup d'investigació Gerpisa (Boyer i Freyssenet, 1995), la solució fordista consisteix en la globalització dels models, la producció i les vendes. Es basa en la hipòtesi que els diferents segments del mercat, o alguns d'ells, són cada vegada més similars d'un país a un altre i que les expectatives fonamentals per part de la clientela de cada segment es diferencien molt poc o es poden homogeneïtzar; el mateix val per a les normes sobre productes emesos pels diferents governs. Les condicions prèvies per a l'adopció d'aquest camí són posseir una xarxa global i una força de treball que accepta la feina que és repetitiva i fragmentada. Si la hipòtesi és correcta i si es poden complir les condicions prèvies, la producció en massa podria ser la més adequada en els centres de treball especialitzats en un sol model o en un segment del mercat mundial.

Si s'examina (Clarke, 2005) la forma i la funció de la estandardització en el sistema de Henry Ford de producció en massa, es veu com primer es centra en el producte i processos, per concentrar-se posteriorment en examinar els estàndards dels processos regulats més enllà de la planta de producció.

Els cinc elements centrals que impulsen el seu propi cicle virtuós són (Jürgens 2000: 7):

- Una orientació al ent el seu "dret a gestionar" (ibid .: 9).

Així a aquest model hi podríem resumir tres grans problemes associats:
La creació d'una organització de departaments, àrees i funcions tant jeràrquica com funcional, que requereixen coordinació, planificació i priorització, i la definició de tots aquests processos i professionals.
La creació de sitges, compartiments estancs o illes en els processos, en els quals cada un d'ells procura fer la seva feina, sense que sigui la seva primera prioritat l'encaix en la resta dels processos.
La poca flexibilitat per a tot allò que no és estàndard, la qual cosa provoca certa impersonalització.

Aquests tres problemes acaben concretant-se en la creació de malbaratament, en un munt de treball, per part de tota l'organització per coordinar-se, planificar-se, etc., i en definitiva per a funcionar. (Ohno, 1988) (Monden, 1998)

Hi tasques que, si bé és cert que són necessàries (fins i tot imprescindibles), no afegeixen valor al client directament. La pròpia estructura i el fet de treballar cada un a la seva àrea, tampoc faciliten els canvis. S'ha de comunicar, plantejar i executar, i no potser tot el ràpid que el client desitjaria. El mateix treball per àrees i la poca flexibilitat poden, en ocasions, causar impotència en els professionals, en no poder influir més enllà del seu procés i no poder canviar el curs de certs esdeveniments quan no tot funciona com hauria. I això en el millor dels casos, ja que treballar per sitges impedeix moltes vegades veure la generació dels problemes.

En general, a tot això es refereix la literatura quan es parla de no valor afegit (NVA) o malbaratament. No obstant això, la gran quantitat de treball especialitzat que aquest sistema permet fer compensa amb escreix, en la majoria dels casos, el NVA generat.

I és en aquest punt on es trobaven la majoria de les organitzacions a la fi del segle XX, havent adoptat el sistema d'economia d'escala, gaudint dels seus beneficis i lluitant contra els seus perjudicis; uns perjudicis que, d'altra banda, són inherents al model.

El Toyotisme. lean.

En aquesta mateixa situació es trobava Toyota a la segona meitat del segle XX, però amb un problema afegit: no tenia prou clients i, per tant, no tenia producció. Si la quantitat de treball a executar no és gran, els avantatges de l'economia d'escala no són tan evidents, ja que el NVA associat es menja tots els beneficis. Per altre banda, els sistemes de producció a gran escala utilitzen equipaments costosíssims per forçar la productivitat i necessiten una gran quantitat de capital circulant, tot lo qual requereix una enorme disponibilitat de recursos financers que Toyota no tenia. (Cusumano M. , 1985) La importància d'això queda palesa en la famosa frase de Taiichi Ohno: *"l'únic que fem es observar el cicle de caixa des del moment que el client cursa una comanda fins el moment que recollim els diners..."*

És per això que, en aquest estat de les coses, a Eiji Toyoda i Taichi Ohno el sistema imperant no els servia, pel que van començar a buscar el seu propi model, un model diferent, que aconseguís el mateix valor afegit, sense el peatge que suposava el NVA. Conseqüentment, van començar a veure els processos des d'un punt de vista completament oposat: en lloc d'intentar una millora amb més especialització i més treball, van començar a fixar-se en el NVA, en les causes que el generaven i en tota la feina que provocava. (Cusumano M. , 1985)

El Toyotisme continua en la tradició del model taylorista-fordista, però no és una versió de la mateixa, ja que introdueix una sèrie de nous conceptes clau que distingeixen clarament toyotisme: els estàndards es generen internament a través del sistema de millora contínua, on els treballadors participen, i evolucionen de forma dinàmica; el contingut del treball continua fragmentat en tasques molt repetitives i cicles de treball curts, però que s'orienten al equip. Incorpora processos com el just-in-time que determinen, entre altres, la velocitat de treball (Fujimoto 1999, Monden 1993, Ohno 1993, i Jürgens i Nomura 1995, Jürgens 1993, 1994, 1995, 1985, Cusumano i Shimizu 1995).

A Toyoda i Ohno els agradava i desitjaven tot el que suposava de positiu el model anterior: treballar per processos, poder disposar d'especialistes, assegurar la qualitat i arribar a tothom. No obstant això, no volien que això suposés treballar per àrees de manera impersonal, poc flexible i amb una gran organització que s'interposés entre el client i el professional, allunyant-lo d'aquest.

Per als autors del grup Gerpisa (Boyer i Freyssenet, 1995) la solució de Toyota consisteix a fer possible l'ús de línies de producció amb variabilitat en la sortida, organitzativament compatible i econòmicament viable. La hipòtesi és que les expectatives de la clientela no poden ser homogeneïtzades i que els avantatges competitius vindran de la capacitat d'una empresa per oferir variacions dels productes i serveis en el moment i lloc adequat. La condició prèvia és que la força de treball accepta la flexibilitat en les seves hores de treball i en les seves tasques, i a més participa en la disminució dels elements disfuncionals inherents a la producció.

Per a Monden (1998) el TPS tenia grans diferències amb el Taylorisme. Per un costat el conjunt de les eines de planificació i comunicació, en comptes de treballar amb un PUSH planificat centralitzadament, utilitzava PULL per part de cada un. El TPS també preferia la flexibilitat als grans lots, la realització dels estàndards de treball per part dels treballadors en comptes d'enginyers, i el kaizen continu en comptes de millores puntuals tècniques.

En definitiva, Monden (1998), defensava la productivitat per eficiència i mínim ús de recursos, en comptes de la productivitat per economia d'escala i ús de recursos maximitzat.

Aquesta transformació, l'evolució del model anterior d'economia d'escala, havia estat perseguida per moltes organitzacions, però va ser en Toyota on es va aconseguir popularitzar i on es va poder demostrar d'una manera més contundent.

Com és lògic, a partir d'aquí, aquest nou model va ser estudiat per multitud d'investigadors i companyies. Al principi no s'aconseguia veure més que la seva façana (les eines i tècniques), però més tard es va poder veure tot el model. De fet, va ser el grup del Massachusetts Institute of Technology (MIT), amb Womack, Jones i Ross, el que li va donar nom: *lean*. Això va succeir en les dècades de 1980 i 1990.

Durant aquestes dècades es produeixen tres efectes en paral·lel: per un costat el model del sistema de producció de Toyota és estudiat i adoptat, i per un altre costat la pròpia Toyota s'expandeix fora del Japó, i finalment les vendes, conseqüentment la producció de Toyota creix exponencialment, i amb ella el sistema de producció. Aquests tres factors fan evolucionar el sistema de producció de Toyota, i varen crear un nou equilibri entre Toyota i les companyies occidentals, donant lloc a una aproximació contemporània similar. Muffatto (1999)

Muffatto (1999) estudia els principals canvis, que es donen en la reorganització de l'estructura de les línies de muntatge en espines de peix, la organització del treball en grups i mòduls, l'aproximació a l'automatització persistint en el Jidoka i la gestió dels recursos humans amb motivacions funcionals. Aquests canvis es comencen a visualitzar a les plantes de Miyata i Kyushu el 1992, i posteriorment fou desplegat a la resta de plantes.

Però el mateix autor admet que això no resulta en un nou canvi de paradigma, ni per tant de model, ja que els principis del sistema productiu no han canviat, i que simplement ha trobat un nou punt d'equilibri entre els diferents principis degut a un nou context, en el que la humanització guanya focus en detriment de purament la eficiència. La organització resultant redueix la interdependència i alleugera la pressió als recursos humans, millorant la seva autonomia. (Muffatto, 1999)

No serà fins al 2001 que la pròpia Toyota visualitzarà aquesta evolució en el document de *"Toyota way"* (Toyota Motor Corporation, 2001). La sustentació expansiva, en forma de Total-TPS s'ha pogut comprovar en els darrers anys (Weerasombat i Hampson, 2012), (Toyota-TEC, 2015).

El Volvoisme

Diversos autors, han cregut veure nous models. Un exemple podria ser Volvo, a on un reenfocament dels sistemes sòcio-tècnics va portar a alguns autors a observar i reconèixer una "Revolució sueca" (Agurén i Edgren 1983) o "Model alemany" (Muffatto, 1999) i, posteriorment, al desenvolupament i la introducció d'un sistema de producció nou a la planta de Volvo Uddevalla a la dècada de 1990 (Boyer i Freyssenet, 1995). Per a aquests autors la solució Uddevalla busca augmentar la flexibilitat encara més, però al contrari dels altres models,

eliminant la estandardització i el treball per processos descrits, i la possibilitat de crear flux mitjançant l'eliminació de la línia de muntatge en moviment, i la seva substitució per un procés de muntatge integral en una estació fixa. La hipòtesi en aquest cas és que la demanda pot arribar al punt de personalització i per tant requereix que els terminis de lliurament siguin molt curts, i que a més en conjunt és més rendible que altres formes de muntatge, si es tenen en compte els costos generals. La condició prèvia és que hi ha negociacions continues sobre el temps assignat a cada model i variant.

Dos petites plantes sueques constitueixen, possiblement les dues fites més grans (Berggren C. , 1998). La planta de Kalmar (1974-1994) i Uddevalla (1989-1993).

A la planta de Kalmar la línia convencional va ser abandonada en favor d'una sèrie de línies independents, disposades en seqüència i separades per inventaris amortidors que les protegien de les variacions. (Muffatto, 1999)

Aquest sistema es caracteritza per rebutjar deliberadament l'ús de estàndards per a regular el treball. El Volvoisme dóna al treballador i als equips la llibertat d'organitzar el seu treball de forma autònoma. Per aquest motiu a aquest a experiència també se l'ha arribat a anomenar "neoartesania". (Muffatto, 1999)

En lloc del treball molt fragmentat basat en estàndards de temps i moviment tayloristes, són els equips de treball qui determinen la velocitat de treball, i el contingut del treball, que es basa en tasques holístiques i cicles llargs (Jürgens, Malsch, i Dohse, 1993)

Tot i partir de l'existència de processos de treball, aquest sistema els disposa de manera molt diferent al popularitzat per Taylor i Ford, sense flux per evitar els malbarataments i esperes, i a gust dels treballadors, que treballen en equip.

Muffatto (1999) defineix les característiques pròpies d'aquest sistema productiu:

- Al contrari dels altres models, no es pretén que el mateix sistema pugui ser utilitzat a totes les plantes d'una manera estandarditzada, i permet que difereixi en gran mesura entre elles.
- El sistema es vol beneficiar de les experiències i aprenentatges en línies molt diferents (cotxes, autobusos, vehicles industrials) amb paràmetres diferents (volums, logística, etc) i mercats diferents (personalització, globalització, etc).
- Possibilitat de coexistir amb d'altres sistemes de producció al mateix temps i al mateix lloc.
- Una evolució en resposta a les condicions del mercat laboral, i del mercat de consumidors.
- La cultura industrial és fortament orientada cap a la "humanització" dels llocs de treball. La experimentació és encoratjada pel management, per millorar les condicions de treball.

Al poder ser totes les plantes diferents, per a poder analitzar el model suec és útil repassar els principis productius adoptats per les plantes de Volvo de Kalmar i Uddevalla, probablement les dues més famoses aplicacions del model Volvo (Muffatto, 1999):

- El muntatge es porta a terme amb el producte estàtic, en un bastidor.
- El muntatge es divideix en tallers o unitats de muntatge, i a cada unitat amb diversos grups de treball.
- Cada grup està format per unes set persones.

- El cicle pot ser de dos hores.
- Cada grup treballa amb quatre vehicles, que poden estar en paral·lel en diversos estadis de muntatge.

El procés d'evolució del model Volvo a Uddevalla ressalta un dels punts forts: un procés d'aprenentatge a través de l'experimentació pas a pas, que permet avaluar contínuament el rendiment durant la transició del sistema tradicional a un sistema més evolucionat. Aquest procés de millora i aprenentatge és ajudat pel fet d'aplicar-ho a més plantes i en condicions diferents.

Però a aquesta experiència té dos grans problemes (Muffatto, 1999):
El primer és la seva limitació geogràfica a pràcticament Suècia, alguna planta alemanya i una planta holandesa.
El segon problema és que aquest sistema no va tenir continuïtat física, bàsicament com a principal motiu el tancament de les pròpies plantes: Uddevalla el 1993, i Kalmar el 1994. A pesar d'això hi ha autors que hi veuen la seva influència a altres presumptes evolucions posteriors.

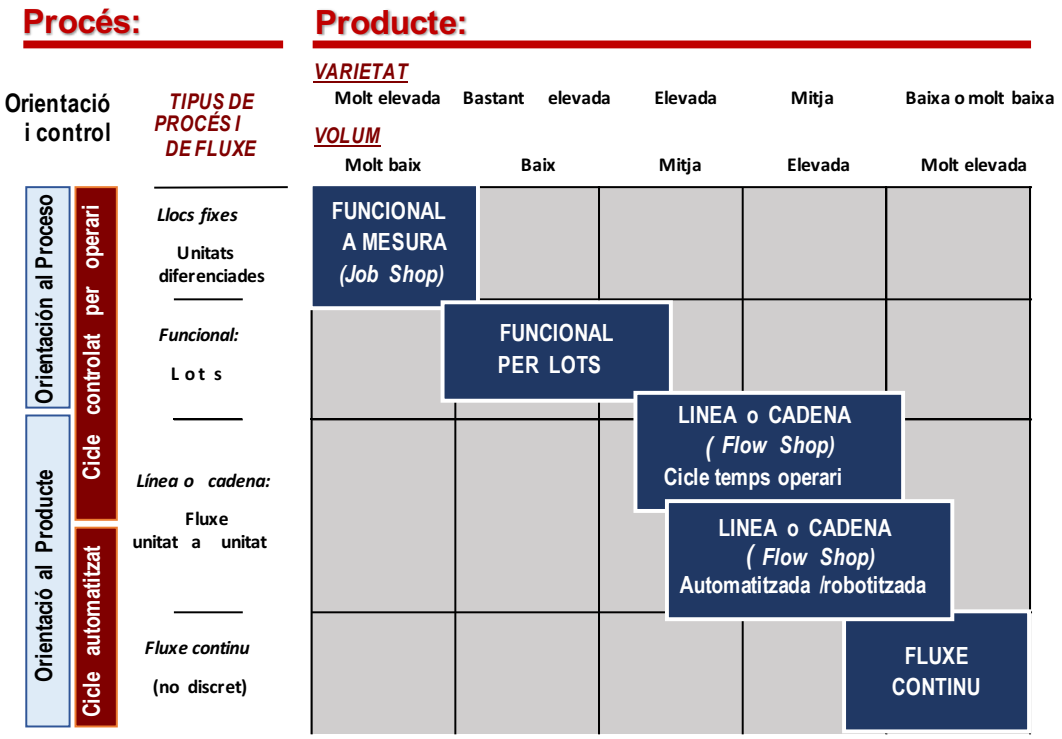
Posteriorment, quan les plantes van tornar a obrir el 1996, Volvo tenia nous partners. Renault i Mitsubishi, amb cultures industrials molt diferents, i va adoptar un model en que els mòduls pre-muntats en unitats, son portats a una línia altament automatitzada que els acobla, en un sistema global que podria assimilar-se al japonès.

A Volvo en tot moment hi havia la presència de diferents models de producció, i una adopció cíclica de diferents sistemes sòcio-tècnics que fan impossible concloure que la companyia s'encaminés cap a un model en particular, ni que hi hagués un patró de convergència.

L'experiment va ser efímer ja que al novembre de 1992, enmig d'una severa crisi mundial Volvo va anunciar el tancament d'aquestes plantes per sobrecapacitat en el grup. Per a alguns autors això va comportar que algunes qüestions quedin obertes. La alternativa del volvoisme en general, i a l'automoció en particular, és viable? L'experiment suec era una resposta a un problema puntual de fer atractiva la industria d'automoció en un mercat laboral de plena ocupació, o té més recorregut? El fet és que les plantes no varen ser tancades per mals resultats o indicadors comparatius dolents, sinó per un reagrupament estratègic de les operacions en un sol lloc. (Berggren C. , 1998)

Alguns autors apuntant cap a una convergència creuen que els sistemes de producció humanístics han de transformar-se incorporant elements *lean* per millorar la productivitat. (Sandberg, 1994)

Un resum gràfic dels diferents sistemes, evolució i usos, es pot trobar a la següent taula (Cuatrecasas, 2010)



Gràfic 5. Compatibilitat dels sistemes. (Cuatrecasas, 2010)

Black (2010) des de un punt de vista menys conceptual, i alineat amb el descrit en el capítol, ho resumeix en:

1) 1700-1850. Artesans.
2) 1840-1910. Primera revolució industrial. Les màquines prenen el protagonisme, però encara es treballava com els artesans.
3) 1910-1970. Segona revolució industrial, seguint les economies d'escala, la automatització i basat en el FPS de Ford.
4) 1960-actual. Tercera revolució industrial. Basat en el lean/TPS. Més simple, més barat, més ràpid.

iii. Mecanismes d'evolució

En aquest capítol primer s'ha definit el sistema de producció en si mateix, posteriorment s'ha descrit les diferents articulacions operatives amb què el concepte de sistema de producció s'ha materialitzat a la literatura, mostrant l'evolució entre uns i altres fins a dia d'avui.

Per conèixer les possibles relacions entre els sistemes de producció, es considera necessari conèixer els mecanismes que poden provocar o influir en l'evolució dels mateixos sistemes de producció.

Tal i com s'ha comentat a la introducció, i revisat durant el propi capítol, la literatura considera molts cops aquests sistemes productius una evolució, així que es proposa revisar:

Per un costat els vectors de canvi que provoquen l'evolució (a), i com aquests vectors es poden combinar i els efectes que provoquen (b), i per l'altre costat revisar les diverses hipòtesis que fa a literatura en quant a la evolució dels sistemes de producció dels constructors d'automòbil (en el següent apartat)

a. Vectors de canvi

Les raons per les quals es produeixen les evolucions són: (Boyer i Freyssenet, 1995):

1. **Qüestions internes**.
   Sol esgrimir-se com la primera raó, sota la qual totes les empreses són diferents. Però a on també és subratlla que les empreses i sectors, fins i tot sense una gran quantitat de competència en els mercats de productes i serveis, solen trobar-se amb els mateixos problemes interns.

   Aquests problemes es poden donar per a cada empresa en un moment molt diferent, per problemes financers, humans,... o tot i ser interns responen a problemes contemporanis com el rebuig al treball tayloritzat per part d'una generació més inconformista, les dificultats de l'automatització, els camins oberts per una facilitat dels sistemes d'IT.

2. **Competència internacional**.
   És sens dubte un segon factor invocat amb freqüència, més encara quan les últimes dues dècades han marcat importants reajustaments en les posicions relatives dels grans fabricants mundials, en la indústria de l'automòbil, en la indústria electrònica, en la indústria aeronàutica i en molts altres sectors. Aquest factor genera pressió per adoptar els models més eficients, però, no és una garantia que les empreses tinguin èxit en els seus intents de posar-se al dia. Aquest canvi empeny a l'emulació d'un model industrial alternatiu, a la creació d'un model basat en certes parts del mercat i en certs casos la desaparició d'empreses que persisteixen en la retenció del model anterior. Models compatibles podrien coexistir durant un llarg període a causa de la seva naturalesa complementària.

3. **Globalització de la tecnologia.**
   Un tercer vector avançat pels economistes és la globalització de la tecnologia. La considerable reducció del cost de tractament de la informació permet una major

diferenciació en la producció que en el passat, i la capacitat de reaccionar amb més rapidesa a l'evolució del mercat.

Però tot i que el reajustament de preus relatius, els salaris entre els vells països industrialitzats i els països de recent industrialització, l'evolució d'interès a llarg termini, i les taxes han jugat un paper, això només implicaria una convergència si el nou model industrial pogués ser copiat i implantat sense cost i sense un període d'aprenentatge. La investigació demostra que part de la operativitat de *lean* està vinculat al coneixement organitzacional i humà, que no pot ser fàcilment transportat, com a tal, d'una societat a una altra.

4. **Imitació dels millors principis**
   Sota l'impuls, si escau, de les associacions professionals o consultories constitueix un vector dels nous models industrials. Aquest procés ha estat evident a partir de la primera revolució industrial, amb un petit nombre d'enginyers que circula entre els diferents països i difonent els nous mètodes. El procés de difusió sotmès a una certa sistematització, amb el moviment de l'organització del treball científic, facilita aquest vector.

   Això no és sorprenent en la mesura en cada model industrial es basa parcialment en el coneixement tàcit, que és principalment idiosincràtic. Un mecanisme similar de difusió es podria trobar durant l'aparició del toyotisme, ja que es basa més en el coneixement, respecte l'organització de producció, que vers el domini tecnològic. Això facilita el vector de difusió i adopció.

5. **Les multinacionals**
   També constitueixen un vector de difusió de nous models de producció. Novament en aquest cas, la investigació sobre trasplantaments japonesos suggereixen que és, en part, el mateix equip que s'encarrega de l'última fàbrica de l'empresa matriu que és responsable de l'execució de les fàbriques a l'estranger. No obstant això cal notar que l'impacte directe no és necessàriament gran, ja que aquestes fàbriques només són una fracció de l'industria i que no exerceixen un impacte més enllà de la creació de xarxes de subcontractació. Precisament aquest outsourcing també incideix en la gestió de la informació, creant un vector més de propagació e intercanvi.

b. Aquests vectors descrits poden actuar de dues maneres, com a:

- **Mecanismes de separació**

  Es produeixen quan els vectors porten a que els models dels sistemes de producció evolucionen cap a posicions diferents.

- **Mecanismes de convergència**

  En aquests casos els vectors treuen als sistemes de producció, de la seva posició inicial cap a models convergents.

Per als autors del grup d'investigació Gerpisa, als anys 90 (Boyer i Freyssenet, 1998a), que aquests vectors actuessin com a mecanismes de separació, o de convergència (veure taula 4), no depenia del propi vector sinó responien a problemes similars o diferents, i a la vegada si les solucions adoptades eren idèntiques o diferents.

El que sí que es posa de manifest és el fet que els sistemes no es poden considerar estàtics i immutables. Al contrari, són sotmesos a pressions internes i externes pel canvi, i es poden considerar en evolució continua. (Muffatto, 1999)

La literatura sobre l'evolució dels models és rica en mecanismes que auguren, en un món immòbil, la convergència cap a l'equivalent a un règim estacionari, en el qual només les empreses dotades dels models d'organització més eficients segueixen existint.

Problemes / Solucions	Similar	Diferent
Idèntic	1 Hi ha una "millor manera" en el context de la globalització Per exemple, per la convergència de restriccions i oportunitats a nivell global. Exemple: l'informe de MIT sobre la "producció *lean*"	2 Adopció per mimetisme Per exemple per l'adopció de les millors solucions dels competidors o aportats pels experts de management. Exemple: adopció dels cercles de qualitat a França a principis de les 80
Diferent	3 Evolució del punt de vista Per exemple, el mecanisme de selecció i aprenentatge, pot portar a varies solucions Exemples: Nummi, Saturn i plantes japoneses als EUA	4 Racionalitat de situació en un context de transnacionalitat Per exemple, restriccions o oportunitats a alguns països forcen a trobar solucions locals. Exemples: Les plantes japoneses fora del Japó no tenen el mateix esquena salarial. FASA-Renault als anys 70 també va explorar diferents models.

Taula 4. Quadrat "màgic" dels sistemes de producció. (Boyer i Freyssenet, The emergence of new industrial models, Hypotheses and analytical procedure, 1995)

iv. Evolució teòrica dels models.

A partir dels sistemes de producció descrits per la literatura, i tenint en compte els mecanismes de canvi descrits al apartat anterior, diversos autors han proposat models d'evolució teòrics, i creat possibles trajectòries de progressió d'aquests sistemes de producció.

A l'hora d'interpretar dades i poder donar resposta a les proposicions, es necessari conèixer aquests diversos modes d'evolució que la literatura proposa.

L'adopció d'una perspectiva evolucionaria, en el temps, es coherent amb els efectes d'un aprenentatge continu per part de les companyies, i de canvis continus per adaptar-se a les necessitats. (Muffatto, 1999).

Respecte a la diversitat i evolució de models, hi ha diverses inclinacions, ja que aquests mecanismes de canvi, poden portar a que l'evolució dels sistemes de producció condueixin cap a models diferents.

Aquí hi hem referit als estudis que han realitzat:

a. Bartezzagui (1999)
b. El grup d'investigació Gerpisa (Boyer i Freyssenet, 1995)
c. Netland (2013)
d. Estudi del Observatori industrial de fabricants d'automòbils i camions del sindicat CCOO (Llorente i Giráldez, 2012)

a. *Bartezzaghi* (1999) tracta d'identificar què és necessari per a poder esdevenir un paradigma productiu diferent, i enumera 5 possibles escenaris respecte a la creació o no de nous models:

1. **El Sistema de Producció *lean* és el model dominant.**
   La resta són adaptacions d'aquest model.

2. **No hi ha, avui, res que es pugui anomenar Sistema de Producció.**
   Un cop desvirtuats els models fordista i solanista no queden sinó simples successions de plans i eines. Alguns d'ells comuns entre empreses.

3. **Cada context dona lloc a un Sistema de Producció diferent.**
   Els Sistemes de Producció diferents han estat estudiats i etiquetats per la literatura (Engstrom, Jonsson, i Melbo, 1996; Jürgens, Malsch, i Dohse, 1993; Berggren C. , 1994) com a German Diversified Quality Production, Volvoisme, Flexible specialization, neo-fordisme, o Flexible Mass Production entre d'altres. Tot i que, curiosament, els propis sistemes continuïn autoanomenant-se *lean*.

4. **Convergència de tots els models.**
   Apunta que tots els models tendeixen a constituir-se en un sistema basat en "equips d'alt rendiment i flexibilitat en una organització d'aprenentatge"

5. **Nous paradigmes**

A més per a Bartezzaghi es necessari distingir entre models de contingència, que defineixen solucions per a un context d'una companyia, i els paradigmes basats en la identificació d'un sol cos coherent de principis i criteris generals multi-culturals i multi-disciplinaris, per a poder dissenyar i dirigir un Sistema de Producció concret.

Aquests models de contingència, amb solucions de context, poden portar a notables diferències entre plantes, sense que es consideri un model diferent. (Muffatto, 1999)

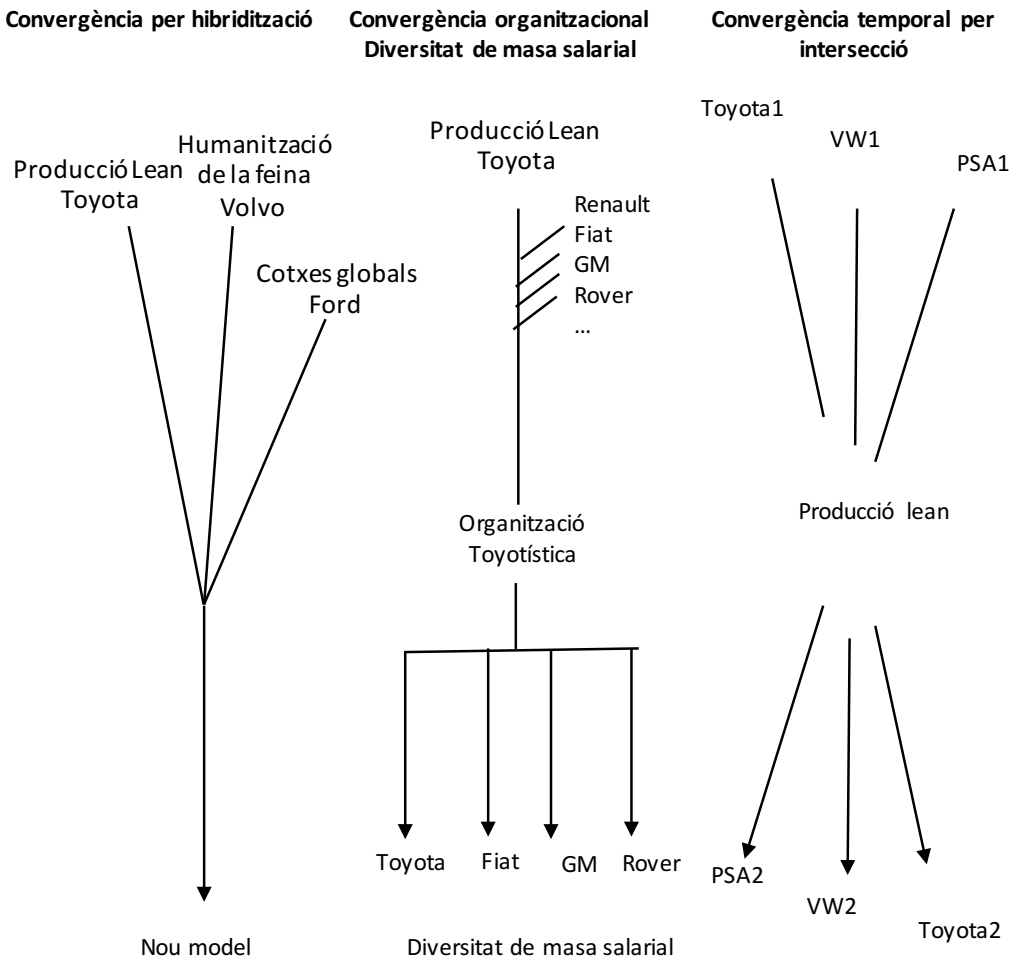


Figura 1. Evolució segons GERPISA (Boyer i Freyssenet, 1995)

b. En l'estudi Gerpisa de (Boyer i Freyssenet, 1995), exposats a la figura, hi descriuen sis escenaris:

1. **No model.**
   Els vectors descrits poden actuar com a mecanismes que facin cada sistema únic, i per tant això condueix cap a un sistema propi.

2. **Model propi.**
   Es defineix per que de fet tota empresa, per petita que aquesta sigui, té un sistema de producció, ja que compleix amb la definició de donar funcionament a un conjunt d'activitats interactuant per produir un bé físic o un servei. Es podria argumentar que si aquestes no tinguessin un sistema de producció, no serien capaces d'aconseguir l'objectiu final d'un bé tangible o un servei. En definitiva, es postula que no hi pot haver un sol model definit, i que cada organització té el seu propi model, únic. Com a molt, s'endevinen uns principis i unes metodologies, contínuament adaptades i modificades per factors y pràctiques pròpies.

3. **Variants del mateix model.**
   Propugna que no hi ha cap nou model, i que de fet el toyotisme és una forma desenvolupada del fordisme, o una forma "democràtica" de Taylorisme.

4. **Convergència cap a TPS.**
   El rendiment mostrat pel TPS obliga a tots a adoptar-lo. I de la mateixa manera que abans hi havia un únic mòdul objectiu de tothom, en aquests temps passa i passarà el mateix.

5. **Encreuament de trajectòries i la hibridització dels models**
   El grup Gerpisa (1998a) mostra un nou encreuament sorprenent: les companyies japoneses estan analitzant l'experiència de les empreses europees amb la humanització del treball (volvoisme) i estan agafant algunes de les seves solucions: la segmentació de les línies de muntatge, buffers d'estabilització, creació de llocs d'inspecció de retreball, negociació per millorar els temps estàndard, i la reforma dels salaris depenent essencialment de l'habilitat i l'antiguitat en lloc de simplement per l'augment de l'eficiència productiva.

6. **Respecte a la coexistència de varis models.**
   En aquest cas l'argument, és semblant al del no model (Boyer i Freyssenet, 1998a). De la mateixa manera que en el passat no hi podia haver un sol millor model, s'argumenta que en qualsevol cas les organitzacions no tenen els mateixos problemes, i que a més hi ha diferents solucions, totes eficients, per resoldre els problemes, si aquests també fossin semblants. El context social també sol ser un argument que s'exhibeix a l'hora de defensar la no convergència.

La convergència es dona més fàcilment en el discurs sobre els nous models que a la realitat de les pràctiques. D'altra banda el sentiment de la universalitat del nou model pot estar vinculat a la percepció general que tal i com es va adoptar el model fordista, les empreses, quan hi ha un nou model, han de seguir les seves trajectòries en la mateixa direcció. Queda per examinar si això implica que al final una convergència completa o total. (Boyer i Freyssenet, 1995)

A més, un millor coneixement de les innovacions japoneses ha permès als fabricants americans i europeus:

- Legitimar les solucions que havien trobat per si mateixos, però que eren internament discutides.
- Refinar, teoritzar i sistematitzar les solucions que només s'insinuaven o no treballaven correctament.
- Entendre millor les condicions necessàries per adoptar solucions japoneses.
- Buscar condicions equivalents per fer aquestes solucions aplicables, si no podien trobar-se idèntiques condicions.
- Descartar solucions que eren difícils de transferir.

Aquest coneixement millorat també va tenir impactes contradictoris en les innovacions que no tenien res a veure amb la metodologia japonesa, portant-los a ser abandonats, encara que fossin perfectament apropiats (però no posseïen l'etiqueta "made in Japan"), o, alternativament, fent-los més valorats.

c. *Netland* (2013)

En un dels darrers estudis sobre l'evolució dels Sistemes de Producció en general, Netland (2013) apunta que des que Taylor introduís els mètodes científics en els processos productius les organitzacions han tractat de desenvolupar, codificar i/o copiar les "*best practices*" per arribar a *la* millor manera de treballar. I que desenvolupar sistemes de producció és una tendència cada cop més forta, per part de les organitzacions. Així a partir de dos perspectives teòriques, mostra cinc proposicions:

1. **Les companyies comparteixen els mateixos principis en els seus sistemes de producció.**
   Un enfocament popular per a una empresa per posar-se al dia, és referenciar-se amb els estàndards de classe mundial i adoptar les pràctiques organitzacionals que ja han demostrat la seva eficàcia pels líders del mercat mundial. Com a resultat d'aquesta creença, els principis de fabricació ja provats tendeixen a estendre's per tot el món a través de la rèplica.

2. **Els principis de tots els sistemes de producció contemporanis s'assemblen als principis del TPS i la producció *lean*.**
   En defensa d'aquest paradigma, s'esgrimeix la validesa universal dels principis de la producció TPS i *lean*, i s'insta a totes les empreses que volen augmentar la competitivitat de les seves operacions de fabricació per a adoptar-la.

3. **Les empreses desenvolupen principis únics específics de l'empresa en el seu sistema de producció.**
   Per poder adaptar a les característiques úniques que depenen de la trajectòria també única en l'entorn dinàmic sota el qual opera l'empresa, i basada en els recursos de l'empresa, que advoca pels principis específics de l'empresa per aconseguir l'avantatge competitiu. Aquesta perspectiva sosté que una empresa ha de trobar la seva recepta per a l'èxit en la singularitat i no en la mímica.

4. **Els sistemes de producció contemporanis contenen mutacions dels principis del TPS i la producció *lean*, específics per a cada empresa.**

S'argumenta que donat tot el que Toyota té, no és una tasca trivial per a poder-ho empaquetar i vendre. Dins el paradigma de la existència d'una sola millor pràctica, i reconèixer la superioritat demostrada pel TPS, es pot al mateix temps sostenir fermament la necessitat d'adaptar-se a entorns diferents. Si bé l'enfocament contingent a les millors pràctiques no desqualifica aprendre del TPS, sí que implica un allunyament del model TPS.
A més es subratlla la dificultat inherent en tractar de copiar les rutines d'altres companyies a causa d'un accés limitat a aquestes rutines, el que condueix a la còpia imperfecta dels elements observats.

5. **Els sistemes de producció no contemporanis són plenament vigent, i responen plenament a certs requisits de fabricació moderna.**
   Es qüestiona la universalitat dels principis de producció *lean* amb l'argument que representen un complement de més, que un substitut d'altres principis, com podrien ser els principis radicalment diferents push que es troben en producció per lots. En situacions amb menor volum i demanda més impredictible, la producció per lots, per exemple, continua sent un principi de funcionament sòlid.

d. Llorente i Giráldez (2012)

Segons aquests dos autors, en el seu *Observatorio industrial de fabricantes de automóviles y camiones*, l'entorn més dinàmic e incert en el que es submergeixen les companyies fabricants de cotxes, fa que les organitzacions necessiten assolir alts nivells d'eficiència, qualitat i flexibilitat. I això és difícil d'assolir havent esgotat el Fordisme.

Els autors consideren que la introducció de noves tecnologies facilita la introducció de noves pràctiques organitzatives, que sense grans inversions permeten augmentar la productivitat, i acabant amb l'alienament, monotonia i desqualificació que generava el model anterior.

Els autors observen dos models alternatius a la producció en massa:

- El model de Volvo.
- El model de Toyota.

I de fet admet certa hibridització en el model de Toyota per part d'elements del model de Volvo, és a dir una humanització del TPS. És a dir, una evolució.

Autor / Evolució	Bartezzagui (1999)	Gerpisa (1995)	Netland (2013)	Llorente i Giraldez (2012)
Molts models únics i propis	No hi ha, avui, res que es pugui anomenar Sistema de Producció	No model	Les empreses desenvolupen principis únics específics de l'empresa en el seu sistema de producció.	
Un únic model, però no nou		Variants del fordisme.		
Un únic model a partir de nous Models en Convergència	Convergència de tots els models		Les companyies comparteixen els mateixos principis en els seus sistemes de producció	Convergència vers una evolució del TPS
Un únic model, a partir de nous Models en convergència cap a TPS/*lean*	El Sistema de Producció *lean* és el model dominant	Convergència cap a TPS	Els principis de tots els sistemes de producció contemporanis s'assemblen als principis del TPS i la producció *lean*.	El sistema de producció *lean* és el model dominant
Un únic model, a partir de nous models en convergència cap a un model híbrid		L'encreuament de trajectòries i la hibridització dels models		Convergència vers una evolució del TPS, amb humanització de Volvo.
Un model amb variacions que no convergeixen	Cada context dona lloc a un Sistema de Producció diferent	Diversos nous models	Els sistemes de producció contemporanis contenen mutacions dels principis del TPS i la producció *lean*, específics per a cada empresa.	
Varis models coexisteixen			Els sistemes de producció no contemporanis són plenament vigent, i responen plenament a certs requisits de fabricació moderna	
Nous models	Nous paradigmes			

Taula 5. Resum que recull les diferents evolucions, segons autor. Elaboració pròpia.

v. Conclusions

Netland (2013) en el seu treball explora amb una comparativa, però entre organitzacions de diversos sectors, l'evolució dels sistemes de producció *lean*.

En aquest estudi parteix de les tesis de (Voss i Robinson, 1987), respecte a que sempre hi ha uns principis superiors a uns altres i per tant més competitius, i que han de ser compartits a les organitzacions.

En aquest cas, Netland, conclou que els sistemes de producció estudiats per ell, son variants del mateix sistema de producció, i dona suport a la teoria universalista de l'existència d'un únic i millor model, o tendència a un únic model, enfront la teoria particularista d'aproximació contingent –individual i única- als models de sistema de producció. Ho fa amb els següents termes:

- Les companyies comparteixen els mateixos principis en els seus sistemes productius.
- Aquests principis són propers als principis del TPS i *lean*, tot i que en els sistemes de producció més contemporanis hi veu un canvi de les proposicions més humanístiques cap a les més tècniques.
- Els sistemes de producció no són tots iguals, fet que facilita l'adopció per part de l'organització enfront un sistema de producció "de llibre".
- Molt pocs sistemes de producció contenen elements o principis no-*lean*.
- Molts dels sistemes de producció no contemplen dins el sistema l'ús de TIC's

Muffatto (1999), per la seva part, conclou que els seus estudis revelen una tendència a convergir en un sol model, ideal de *lean*. Però a la vegada subratlla les grans dificultats per a poder ser implementat, a pesar de les evolucions i adaptacions del sistema i experiències en múltiples solucions.

Com a complement d'aquests treballs, s'hi podrien afegir algunes reflexions i conclusions sobre els models d'evolució fetes per d'altres autors.

a. Respecte a un únic model, però no nou.

De fet, autors importants que defensen l'existència del TPS com a sistema diferenciat, admeten que podria ser una evolució del primer fordisme (Womack, Jones, i Roos, The Machine that changed the world, 1989), en tant en quant la pròpia evolució del fordisme i l'economia d'escala no hi tenen res a veure, i formen un model diferenciat. Eiji Toyoda i el propi Ohno també reconeixen les fonts del fordisme, però tampoc es senten representats per l'economia d'escala. (Monden, 1998)

b. Respecte als models en convergència

Monden (1998) descriu els dubtes de Taiichi Ohno, sobre si el sistema que ell havia contribuït a crear podria ser adaptat a altres organitzacions, en altres països, en altres ambients de negoci, amb relacions laborals diferents i amb sistemes socials diferents dels seus; però concloïa que en el fons no hi havia una diferència significativa entre les finalitats tant de les organitzacions, com de les persones.

c. Respecte a la convergència a únic model

El rendiment mostrat pel TPS obliga a tots a adoptar-lo. Hi reconeixen una gran capacitat d'adaptació, i la reconciliació del rendiment econòmic i les competències dels treballadors (Womack i Jones, 1996; Llorente i Giráldez, 2012). Reconeixen adaptacions (agile...) i sub-models, però argumenten que no hi ha cap altre nou model, en el fons, que el propugnat pel TPS/*lean*.
Muffatto (1999), reforça la hipòtesi de la convergència per la perspectiva evolucionaria descrita, per la qual la convergència no es dona per transferència o adopció, sinó que precisament les múltiples adopcions del *lean* ajuden al mutu aprenentatge i a una evolució comuna i conjunta, pels efectes d'aquest aprenentatge.

d. Respecte als models Híbrids

Una homogeneïtzació en les demandes dels clients , juntament amb la pròpia globalització, han portat als diversos sistemes a convergir en un model proper al de Toyota. A això, argumenten, s'hi afegeix el fet que el propi sistema de Toyota també ha evolucionat, ajudant a aquesta convergència cap a un sistema fins i tot ja híbrid. (Llorente i Giráldez, 2012)

Les rutines no només es creen; sinó que creixen amb el temps, basant-se en el coneixement acumulat en contextos específics anteriors. Toyota, per exemple, ha necessitat 30 anys per desenvolupar i implementar les rutines descrites pels principis del TPS (Ohno, 1988). Les rutines existents serveixen com una plantilla per a les noves, en una evolució constant. (Netland T. , 2013)

Per a Muffatto (1999) i Llorente (2012), encara que Toyota es resisteixi a admetre-ho, està clar que a pres en consideració el model Volvo, i ha absorbit algunes de les seves innovacions sòcio-tècniques en el seu propi sistema de producció.

Per altra banda, el mateix autor, veu el model adoptat posteriorment al Volvoisme a la planta de Torslanda, molt semblant al model bàsic de Toyota. Ho atribueix a un moviment cíclic com a resultat de l'aprenentatge per part de Volvo, del model japonès.

Cooney (2002) reclama la viabilitat i vigència, avui en dia, dels sistemes d'artesania i treball per lots. Com a mínim sota unes condicions i circumstàncies. En el que el *lean* s'ha desenvolupat com a un nou sistema, i no pas per desplaçar els anteriors. Admet que els altres sistemes de producció poden haver adoptat elements del *lean*, però això no fa que estiguin en transició cap a *lean*. Conclou que el sistema de producció *lean*, contràriament al que afirmen altres autors (Womack i Jones, 1994; Krafcik J. , 1988), no pot donar resposta a totes les circumstàncies, i per això conviu amb d'altres sistemes de producció anteriors sense compartir, doncs, la visió universalista de Netland (2013).

Muffatto (1999) argumenta certa dificultat en la convergència, pel condicionament dels mercats laborals locals. Una aproximació a aquesta evolució és l'adaptació a les restriccions socials i d'entorn locals, o a l'adopció per part del *lean* de noves formes d'organització del treball que no hi eren presents al seu inici. En tot cas, resol que les restriccions imposades i les evolucions respecte al model base, deixen espai per a la convivència d'aproximacions diferents no exclusives.

Així Netland, Gerpisa, Bartezzagui, Muffatto, i Llorente coincideixen en que els sistemes de producció convergeixen cap a un sol model basat en el TPS/*lean*. Però amb dues opcions obertes: convergència cap al model de TPS/*lean* conegut, o cap a un model de TPS/*lean* hibridat amb d'altres models.

Hi ha una evolució, però és d'un model contingent a un altre. Així la convergència es produeix, buscant la millora en quant a resultats i millora en quant a humanització, a través de la millora continua i l'aprenentatge compartit. (Muffatto, 1999).

Altres autors, com Bayraktar et al. (2007) un cop estudiada l'evolució dels sistemes operatius, conclouen que hi ha unes idees al cor del sistema que són immutables: com el respecte a les persones i crear fluxe de procés, però que a partir d'aquí els sistemes operatius canvien i s'adapten a la situació, adoptant diverses formes,

d. El concepte *lean*

i. Definició

En aquest treball s'adopta el criteri majoritari, a partir del treball de John Krafcik (1988), en quant *lean* és una filosofia de management derivada del Toyota Production System (TPS),

TPS, Total Quality, Sistema JIT, World Class Manufacturing, *lean*, s'han fet, o es fan servir, com a equivalents, per d'altres autors.

Womack, Jones i Roos, varen escriure la publicació *The Machine that changed the world* (1989), a on resumien les seves investigacions per al gran públic. I és a partir de l'aparició en aquesta publicació, que el terme *lean* es el comunament utilitzat per a definir el sistema. I és aquest el que s'adopta en aquesta obra, quedant els altres com a equivalents.

La publicació, ja comentada, de *The Machine that changed the World* (Womack, Jones, i Roos, 1989) fent evidència pública de l'existència de la metodologia, i batejada com a *lean* dona el punt d'inflexió definitiu al 1990, cap a l'acceptació i popularització del sistema (Holweg M. , 2006), i el seu nom.

En aquest llibre Womack, Jones i Ross publiquen en un llenguatge poc acadèmic i molt empíric, les diferències entre el *lean* i la resta de sistemes, fent evidència pública de l'existència d'una metodologia. La gran contribució d'aquest llibre ha estat haver arribat tant en vendes com en influència a molts directius que mai llegirien cap de les publicacions anteriorment descrites, segons confessa el propi Womack a Holweg (2006). El llibre ha rebut moltes crítiques, probablement encertades exceptuant-ne el fet que ha impulsat força la disseminació del *lean* management (per exemple Hall i Schonberger), així com el propi nom de *lean* en detriment d'altres (TPS, Total Quality, World Class Manufacturing, JIT...)

De totes maneres, tot i el consens actual en la utilització del terme *lean*, tant a la literatura com a les organitzacions i empreses, no sembla haver a la literatura consens en la pròpia definició de *lean*, i de fet ni tant sols en les característiques que han de ser associades a aquest concepte. (Pettersen, 2009)

Shah i Ward recullen diferents definicions de *lean* en el seu estudi *"Defining and developing measures of lean production"* (Shah i Ward, 2007):

- La idea bàsica de TPS és produir el tipus d'unitats necessàries, en el moment necessari i en les quantitats necessàries de tal manera que els inventaris de productes innecessaris intermedis i acabats poden ser eliminats. Tres sub-objectius per assolir l'objectiu principal de la reducció de costos (eliminació de malbarataments) són el control de quantitat, garantia de qualitat i respecte per la gent. Això s'aconsegueix a través de quatre conceptes principals: JIT, autonomatització, mà d'obra flexible, i la capitalització del suggeriment dels treballadors i vuit sistemes addicionals (Monden, 1983).

- La base del TPS és l'eliminació absoluta dels malbarataments. Els dos pilars necessaris per donar suport al TPS són JIT i autonomatització -*Jidoka* en el terme original- (Ohno, 1988).

- TPS pot ser descrit com un esforç per fer el màxim de productes possibles en un flux continu (Ohno, 1988).

- La producció *lean* utilitza la meitat de l'esforç humà a la fàbrica, la meitat de l'espai de fabricació, la meitat de la inversió en eines, la meitat de les hores d'enginyeria per desenvolupar un nou producte en la meitat del temps. Requereix la meitat dels inventaris necessaris, i dóna com a resultat molts menys defectes, i produeix una major varietat, cada cop més amplia, de productes (Womack, Jones, i Roos, 1989).

- TPS inclou l'estandardització del treball, els fluxos de treball ininterromputs, els vincles directes entre proveïdors i clients, i la millora contínua basada en el mètode científic (Spear i Bowen, 1999).

- La producció *lean* és un sistema integrat que porta a terme la producció de productes / serveis amb els mínims costos d'inventari intermedis (Hopper i Spearman, 2004)

Segons Cuatrecasas (2007), l'objectiu de la transformació del procés als principis *lean* es aconseguir eliminar dels processos i les activitats que no aportin valor afegit (malbarataments) e introduir la flexibilitat necessària per adaptar la producció a una demanda fluctuant. La flexibilitat acompanya la exigència d'eliminar els malbarataments, per la gran importància que té la dita flexibilitat, que suposa un concepte que va més enllà i que té metodologies i eines específiques. La seva manca genera malbarataments (stock o esperes) i, per tant, n'hi hauria prou amb la exigència d'eliminar els malbarataments com a objectiu del *lean*, sempre considerant el concepte de malbaratament en el sentit més ampli.

Pettersen (2009) conclou, finalment, que tot i no poder ser clarament definit, es poden trobar aspectes semblants entre les característiques associades a les implantacions de models concrets.

Cal dir que als inicis de la investigació sobre *lean*, al ésser una eina clarament diferent, també se'l anomenava sistema JIT, com feia el propi Ohno.

La publicació d'aquest llibre –*lean Thinking*- i el seu entorn també va provocar un creixent interès per la investigació *lean* a altres sectors de producció i serveis (Hines, Holweg, i Rich, 2004), expandint definitivament el *lean*.

Tot i que alguns investigadors, del grup original d'autors del MIT, han marxat a la pròpia indústria o altre centres d'investigació, el IMVP va continuar en una tercera i una actual quarta fase adoptant una visió molt més ampla en tota la cadena de subministrament, producció, i l'adopció de noves tecnologies en el sector de l'automoció. (Helper i Sako, 1998; Fine, 1998).

MacDuffie va continuar amb els estudis de benchmark de plantes amb noves rondes d'estudis i comparatives, incorporant-hi noves variables.

Altres membres del IMVP també varen establir els seus propis centres de recerca. Womack va fundar el *lean* Enterprise Institute (1995), Dan Jones i Peter Hines el *lean* Enterprise Research (1996). El propi MIT va copiar la idea i va crear la "*lean* Aerospace Initiative", i també el IMVP ha servit com a inspiració dels centres de la fundació Sloan. (Roos, 2003).

ii. Conclusions

Per començar, hi ha una certa confusió en el significat i l'abast del terme *lean*. Es pot dir que el *lean* és una cultura, una filosofia o una mentalitat concreta que es tradueix, en el moment d'implantar-se en una organització, en una metodologia específica, i que a més es recolza en una sèrie d'eines, també específiques del *lean*, per a la seva aplicació en un projecte donat. El rellevant és que el *lean* és el conjunt de tot això i se sustenta així mateix en el manteniment adequat de la correlació entre les seves parts: cultura, metodologia i eines, en un sistema productiu. I aquests termes són els adoptats en aquest treball per a definir *lean*.

e. Els Sistemes de Producció *lean*

i. Descripció

Un cop descrit tant el concepte de Sistema de Producció, com el de *lean*, cal revisar la literatura, i l'estat de l'art, dels Sistemes de Producció *lean*. No en quant a la seva definició formal, ja realitzada a l'apartat dels sistemes de producció, sinó en el seu contingut i descripció.

Eines-Cultura

El desenvolupament de la investigació va portar als diferents autors presents a la literatura a proposar, o dividir-se, dues visions de *lean*: cultura o eines. "*lean* thinking" o "Caixa d'eines *lean*". Cap de les dues posicions és més correcte que l'altra, per a Pettersen (Pettersen, 2009). Des de que el *lean* hi és, existeixen els dos nivells, tenint ambdós dimensions estratègiques i operacionals (Hines, Holweg, i Rich, 2004). Per altra banda *lean* també pot ser vist tenint les dues visions filosòfica i pràctica a la vegada (Shah i Ward, 2003), tal i com es representa en aquesta taula:

	Operacional	Estratègica
Filosòfica	estat *lean*	pensament *lean*
Pràctica	eines *lean*	contínuament convertir-se en *lean*

Taula 6. Dimensions i visions culturals de lean Management (Pettersen, 2009)

L'opinió general actual sobre que el propòsit de *lean* és únicament reduir el malbaratament no s'acaba de sostenir. Tot i que autors amb el reconeixement de Shingo (1981), Bicheno (2004), Monden (1983) sostenen aquest principi, les seves publicacions daten dels inicis de la metodologia TPS/*lean*.

Alguns dels autors, posteriorment, actualitzen les seves obres. Monden afegeix a la tercera edició del seu llibre (1998) el terme kaizen, amb una bona part del llibre dedicada. Això avala la evolució cap a la cultura.
Sense millora continua, per part de tots els treballadors, i sobretot de la manera en que es proposa, no es pot explicar el TPS. Aquesta visió a Toyota ja havia començat amb la definició dels estàndards de treball, per part dels propis operaris que ho havien d'executar.

Muffatto (1999) suggereix focalitzar l'anàlisi i comparativa dels sistemes sobretot en el rol de les persones, per que són el punt en el que pivota el canvi i la cultura, deixant quasi de banda la resta de consideracions.

Per altra banda Liker (2004), defensor de l'enfoc de la cultura, escriu *"es pot veure que el JIT, el lean, les 5S,... són només eines que permeten millorar la qualitat i la productivitat. El TPS és molt més que això!"*

Donant suport a la visió cultural del *lean*, (Cooney, 2002) afirma que els sistemes de producció *lean* fallen, quan no poden donar resposta al management més que a la tècnica.

Això també és evident en les diferències entre els objectius d'uns i altres. Hi ha autors que mostren objectius interns com per exemple reducció de cost (Liker, 2004; Feld, 2001; Ohno, 1988; Monden, 1998; Schonberger R. , 1982; Shingo, 1981) i d'altres cops mostren objectius externs com satisfacció del client (Womack, Jones, & Roos, 1989; Bicheno, 2004; Dennis, 2002; Schonberger R. , 1982; Womack & Jones, 1996). "La diferència pot semblar subtil, però pot mostrar la diferència sobre el propòsit" (Pettersen, 2009).

El pas cap a un constituir un sistema reconegut, i per tant replicable i adaptable

Com ja s'ha comentat no fou fins al 1977 que la pròpia Toyota no descrigués el TPS com a un sistema (Sugimori, Kusunoki, Cho, i Uchikawa, 1977; Ohno, 1978; Ohno i Kumagai, 1980). Segons Schonberger (1998) a aquesta publicació varen seguir una sèrie d'articles de Yasuhiro Monden (1981a, b, c). Aquestes publicacions varen inspirar a la creació d'un grup anomenat RMG (Repetitive Manufacturing Group) que estudià la planta de Kawasaki de Nebraska, durant el 1981, que tenia un clon del sistema JIT de Toyota. Aquest fet va portar als primers estudis sobre JIT de Schonberger (1982) i Hall (1983). Paral·lelament Monden ja publicava un llibre sobre el TPS (1983) com a sistema.

Tendències actuals

Womack i Jones publiquen dos llibres molt influents *"Lean Thinking"* i *"Lean Solutions"* (1996) (2006). L'evolució és notable. Mentre en el primer descriuen els 5 principis del *lean* Management, en el segon llibre mostren l'extensió i aplicació del pensament *lean* cap a qualsevol sector o part d'un sistema que tingui un client.

Cusumano i Nobeoka publiquen *"Thinking Beyond Lean"* al 1998, i Liker el 2004 publica els 14 principis del *"Toyota way"*, filosofia que havia anunciat Fujio Cho (màxim executiu de Toyota) com a *"Toyota Way 2001"*, estenent i evolucionant cada cop més el sistema.

En el moment de publicar aquest treball, ja són moltes les empreses que porten endavant els seus propis programes de millora basats en *lean*, desbordant tots els sectors. Un exemple de sistemes de producció estan recollits a la taula:

Company	XPS	Main industry
Alfa Laval	Alfa Laval Production System (ALPS)	Heating and flow technology
Audi	Audi Produktionssystem (APS)	Automotive OEM
Bosch	Bosch Production System (BSP)	Electronics
Elkem	Elkem Business System (EBS)	Silicon-based materials
Fomel ZF	Formel ZF Production System	Automotive
Haldex	Haldex Way	Automotive
Herman Miller	Herman Miller Production System (HMPS)	Furniture
Hydro Aluminium	Aluminium Metal Production System (AMPS)	Aluminium
John Deere	John Deere Quality and Production System	Heavy vehicle
Novo Nordisk	*clean*	Chemical
REC	REC Production System	Solar energy
Scania	Scania Produktionssystem	Heavy vehicle
Valeo	Valeo Production System (SPS)	Automotive
Volvo	Volvo Production System (VPS)	Heavy vehicle
ZF Lemförder	Lemförder Production System (LPS)	Automotive
Almatis	The Almatis Business System (ABS)	Aluminium
Boeing	Boeing Production System (BPS)	Aerospace
Caterpillar	Caterpillar Production System (CPS)	Heavy vehicle
Deutsche Edelstahlwerke	Deutsche Edelstahlwerke Produktionssystem (DPS)	Steel
Ecco	Ecco Production System (EPS)	Shoes
Electrolux	Electrolux Manufacturing System (EMS)	White goods
Gestamp Griwe	Griwe Production System (GPS)	Automotive
Heidelberg	Heidelberg Produktionssystem (HPS)	Machines
JCB	JCB Production System	Heavy vehicle
Knorr Bremse	Knorr-Bremse Production System (KPS)	Automotive
LEGO	LEGO Production System (LPS)	Toys
Mercedes	Mercedes Production System(MPS)	Automotive OEM
Trumpf	SYNCHRO	Machines and medical equipment
Viessman	Viessmann Produktionssystem (ViPS)	Electrical equipment
Whirlpool	Whirlpool Production System (WPS)	White goods

Taula 7. Sistemes de producció estudiats per (Netland T. , 2013)

A això cal afegir, com a destacats els específics de sanitat, com poden ser al NHS britànic (Womack i Jones, 2006), o a la sanitat catalana (Martin i Cuatrecasas, 2015).

Després del lean, més lean.

A l'hora de comparar els sistemes de producció, la literatura encara no aporta una alternativa al sistema de producció *lean*. Més aviat al contrari, al interrogant sobre quin nou model de gestió dels processos empresarials i de negocis vindrà després del *lean* Management, la resposta és més *lean*, per la senzilla raó que el *lean* Management, per si sol, podria portar a la perfecció, cosa indubtablement insuperable i, de fet, inassequible. (Cuatrecasas, 2013) Segons aquest autor, això porta a que els sistemes de producció del futur assoliran un nivell més elevat d'eficiència en tots els aspectes –quantitatius i qualitatius– perquè s'aproparan més a la perfecció, però sense deixar de basar-se en la filosofia *lean*, la qual ho permet i ho impulsa.

Per això, per a l'autor, qualsevol nou model de gestió tendirà d'una manera o una altra (fins i tot amb un altre nom) a aprofundir en el *lean* Management, de manera que pugui aplicar-se més a fons i de forma més senzilla.

Ara bé, l'eliminació de malbarataments s'aconsegueix, en darrera instància, mitjançant la implantació de processos amb flux regular i constant, unitat a unitat i balancejats d'acord amb el Just in Time. Això suposa que les activitats dels processos han d'estar connectades directament, mitjançant una implantació en flux de manera física o virtual (quan no hi ha implantació física). D'altra banda, la flexibilitat requereix que la implantació en flux sigui de tipus flexible (tant en l'ús de mitjans tècnics com humans). (Cuatrecasas, 2013)

ii. Definició del Sistema de Producció de Toyota-TPS

Per a poder descriure el sistema de Toyota, i base del *lean* management, des del punt de vista de la literatura s'utilitzen els principals, i més citats, autors:

- Taiichi Ohno, *"The Toyota Production System"* Productivity Press 1988
- Yasuhiro Monden, *"Toyota Production System"*, 1st Ed 1983
- Shigeo Shingo, *"A Study of the Toyota Production System"* Productivity Press 1989
- Hayes, Wheelwright and Clark, *"Dynamic Manufacturing"* Free Press 1988
- Womack and Jones, *"Lean Thinking"* Simon and Schuster, 1996
- Jeffrey Liker, *"The Toyota Way"*, Productivity, 2004

Taiichi Ohno:
Basat en les obres: *Toyota Production System (1978), Workplace Management (1984), and Just-in-Time for Today and Tomorrow (1988).*

El considerat pare del TPS (Monden, 1983), assenyala com a punt de partida del sistema de producció, la eliminació del malbaratament i l'aproximació als requisits de cada client de manera el més individual possible.

Ohno hi deia que simplement havia posat al dia el sistema de Henry Ford, que segons ell s'havia apartat per culpa dels seus successors. De fet altres autors (Boyer i Freyssenet, 1998a), per argumentar que el TPS no és un sistema nou, consideren que Taiichi Ohno simplement el que fa es donar flexibilitat en la sortida al sistema de Ford. Aquí es podria recordar la famosa frase de Henry Ford, en que deia que era capaç de fabricar el model de cotxe que fos, del color que fos, sempre i quan fos un model T de color negre.

Però el mateix Ohno s'autodenomina com a "*rata de fàbrica*", allunyat de les oficines, i a prop tant com era possible dels processos productius. No es sentia còmode en els rols de teòric o professor. El seu llibre TPS, conté la primera descripció interna a Toyota i quins són els trets més importants del TPS, al que ell inicialment anomenava sistema JIT o, fins i tot, simplement Kanban. Tot i que per altra banda admetia que era més que un sistema de producció, era un sistema de management.

Per a Taiichi Ohno l'objectiu real és la reducció de costos, però sense afectar el marge per producte i es aquí quan l'objectiu més important, que planteja per al sistema de Toyota és incrementar la eficiència de la producció a través de la eliminació contundent del malbaratament. Al mateix nivell hi posa el respecte per a les persones. Atribueix aquests dos preceptes a Sakichi Toyoda, fundador i president i Kiichiro Toyoda, president. Taiichi Ohno considera això com a fonaments del TPS.

Després de la idea bàsica d'eliminar el malbaratament, al seu llibre Ohno (1988) descriu els dos pilars del TPS:

El principi de JIT. Just-In-Time

Descrit pel propi Ohno com *"la situació en la que es rep una peça cada cop que es necessita, i només en la quantitat que es necessita."*

Com que ell considera que és molt difícil planificar tota la producció de tots els processos segons l'estat de JIT, degut a innombrables problemes de qualitat, disponibilitat absentisme... proposa abanderar la idea de management convencional en el que un pla de producció és enviat a cada procés per enviar la peça al procés posterior. I proposa adoptar un sistema que ell anomena de "flux endarrere", que avui és el que es coneix com a "Pull", i amb la ajuda de indicacions de les kanban, com a mètode de control de la producció.

El principi de JIDOKA.

Ohno remarca molt que no és automatització, sinó auto-activació, i ho ressalta dient que es tracta de donar-li intel·ligència humana a les màquines. Hi ha un acord en atribuir-li aquest concepte a les màquines de Teixir de Sakichi. En definitiva, es tracta de donar a la màquina la capacitat de jutjar si una peça està bé o no (Bakayoke) i, en cas negatiu PARAR.

D'aquesta manera el operaris només hi han de ser presents quan la màquina té un problema. Per a Taichi, això no només decrementa la necessitat de personal, sinó que el focalitza cap a la resolució de anormalitats, és a dir, els problemes .

A la seva obra també considera altres característiques com:

- Treballadors polivalents
- L'ús de l'aproximació científica
- L'ús dels estàndards creats pels propis treballadors

Cal dir, de tota manera, que l'obra del propi Taiichi Ohno no revela tota la amplitud del sistema TPS, segurament per la pròpia idiosincràsia de Ohno, que com ja s'ha dit no es sentia còmode en aquesta posició de glossador i escriptor.

Així cal veure l'obra d'altres autors, alguns que havien treballat colze amb colze amb ell.

Yasuhiro Monden,
Basat en l'obra *"Toyota Production System", 1st Ed (1983)*

A l'obra de Y. Monden (1983), com a tret significatiu, és interessant ressaltar que el pròleg està escrit pel propi Taiichi Ohno. En ell, Ohno després d'admetre, un cop més, que el sistema s'ha concebut i transmès emfatitzant la part pràctica, el prova-error, per sobre la part teòrica, destaca la obra de Monden com a teorització de la seva pràctica després de la recerca a Toyota, i la manera com ho havia explicat, de manera que era especialment entenedora fora del Japó. Això ens fa el treball de Monden complementari al de Ohno.

Monden, en sintonia amb la mateixa manera que ho havia fet Ohno, descriu el principal objectiu del Toyota Production System com a eliminar els diversos tipus de malbaratament, amb activitats de millora continua, incrementant el benefici a través de la reducció de cost, o millores de la productivitat. En aquest punt, és interesant destacar, que Ohno i Monden difereixen en el nombre de malbarataments. Ohno (1978) creador amb la practica hi descriu set malbarataments, Monden (1983), investigador d'aquesta pràctica, ho redueix a quatre.

Segons Monden, el sistema de producció de Toyota succeeix al sistema de Taylor de management científic, i al de Ford d'economia d'escala, als quals considera sistemes diferents.

El investigador, descriu que aquesta eliminació dels malbarataments es produeix a través d'activitats de millora continua. Aquestes activitats de millora van orientades a evitar la sobreproducció, considerada la mare de la resta de malbarataments.

Per a controlar la sobreproducció, Monden considera que s'ha de controlar la **Quantitat**, assegurar la **Qualitat** i respectar la **Humanitat**. A aquests tres punts els considera subobjectius no independents, és a dir no es pot millorar un sense pretendre millorar els altres, per assolir l'objectiu principal: reducció de costos.

Per a Monden, cada un d'ells com a sub-objectiu assoleix:

- **Controlar la Quantitat:** permet al sistema adaptar-se a les fluctuacions de demanda en quantitat i varietat.
- **Assegurar la Qualitat:** assegura que cada procés només proporcionarà peces bones al següent procés.
- **Fer-ho amb humanitat:** Ha de ser cultivat, mentre el sistema utilitza aquests mateixos recursos humans per assolir els objectius.

Monden considera una sèrie d'inputs per poder aconseguir aquests outputs subobjectius:

- El pilar del **JUST-IN-TIME (JIT),** que ja ha estat detallat
- El pilar del **JIDOKA**, que també ha estat detallat.
- L'ús del **SHOJINKA**, que ho defineix com a "ús flexible dels recursos", i ho descriu com a flexibilitat tant en el nombre com el contingut de treball dels treballadors, per a respondre a les necessitats canviants de producció.
- L'ús del **SOIKUFU**, que ho defineix com a "pensament creatiu", i que ho descriu com a utilització de les suggerències i innovacions dels treballadors. Cal destacar que no només es refereix a programes de suggerències, sinó també a l'ús de esdeveniments kaizen i altres tipus d'activitats de participació activa.

Al seu torn, per assolir aquests quatre conceptes, estableix els següents sistemes i mètodes:

- Sistema Kanban, per mantenir el Just-In-Time.

- Anivellament de la producció per adaptar-se a la demanda fent els canvis necessaris predefinits, seguint uns intervals i ritme (takt time).
- Reduir el temps de preparació, per poder reduir temps d'entrega.
- Estandardització de les operacions, per obtenir balanceig.
- Layout de maquinària i equipaments flexible, i operaris amb habilitats polivalents, per obtenir flexibilitat de treball.
- Millora de les activitats amb grups petits i sistemes de suggeriments i participació.
- Sistemes de control visual, per acompanyar la autonomatització.
- Sistema de management funcional.

A la següent figura. Monden relaciona detalladament cada una de les eines i conceptes per ell trobats al sistema de Toyota, a partir de les bases de millora continua, estabilitat i estandardització, fins a la millora del benefici.

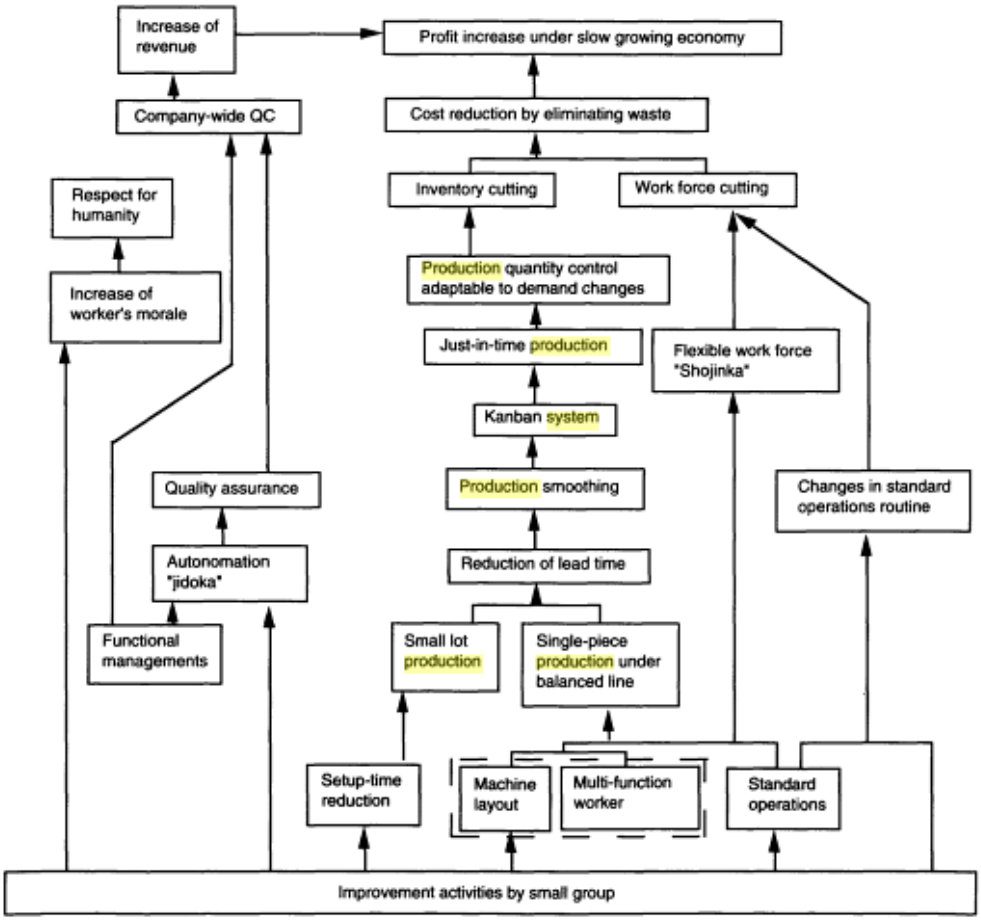


Figura 2.Com Cost, Quantitat, Qualitat i Humanitat són millorats pel Sistema de Producció de Toyota. (Monden, 1998)

Shigeo Shingo

Basat en l'obra *"A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint", (1981).*

Per a Shingo, el TPS és 80% eliminació de malbaratament, 15% de Sistema de producció i 5% de kanban (d'eines i tècniques). Shingo creu que hi havia hagut confusió i falta d'enteniment entre els principis bàsics del TPS i les tècniques necessàries per implementar-lo. Per a ell està clar: les eines i es tècniques només són un simple mitjà per assolir els principis.

Com a fonaments del sistema, Shingo hi inclou:

- L'adopció del principi de no-cost.
  Agafa com a principi que el preu de venda el decideixen els consumidors. Així per incrementar el benefici només hi ha el camí d'influir en els costos, eliminant malbarataments.

- L'eliminació del malbaratament.
  A partir de la millora en els fonaments dels processos. Per això convida a detallar i separar les activitats entre activitats de VA, i activitats de NVA.

Quan Shingo hi descriu els principis bàsics del TPS, hi inclou:

1) El malbaratament de sobreproducció.

Shingo hi descriu dos tipus de sobreproducció:
- Quantitatiu: fer més del que és necessari
- Avançat: Fer els productes abans que siguin necessaris.

2) El JIT. Just-In-Time

Per a Shingo, el mètode usat per eliminar la sobreproducció és el JIT. Shingo precisa el significat de JIT en japonès com a "a temps" o "ben estimat" o "just en temps". Ho remarca, per que la simple traducció com a "just a temps", podria derivar cap a la sobreproducció avançada, per poder entregar simplement a temps.

Per a Shingo el concepte JIT hauria d'incloure:
- Els productes necessaris
- En la quantitat requerida
- I en el temps requerit

Sent probablement aquesta definició de JIT, la que es considera més encertada.

3) Separació persona-màquina

Aquesta separació gradual, a Toyota, té com a protagonistes la cerca de la eficiència i efectivitat. S'hi descriu sis estadis d'automatització progressiva, en el que el pas d'un estadi a un altre depèn de la progressiva separació i transferència de la detecció i correcció de la persona a la màquina.

Shingo també fa referència al origen d'aquest concepte, en els telers de Sakichi Toyoda. És a dir al Jidoka.

4) Disponibilitat: Utilització baixa dels equips.

Per a Shingo és fonamental utilitzar el menys possible els equips en activitats com:

- Parar per fer canvis
- Fer peces dolentes
- Anar a un ritme diferent del estipulat
- Treballar per saturar operaris.

5) Anàlisi de la causa arrel

Aquí Shingo, al seu llibre, fa un símil amb una apendicitis. *"Una bossa de gel apaivagarà el dolor, però no resoldrà l'apendicitis. S'ha d'operar per solucionar la causa arrel.*
L'única causa per la que es pot parar, és per assegurar-se que no es tornarà a parar per aquell motiu."

Representació del sistema: Casa Toyota

Així a la literatura del TPS i el *lean* sovint es representa la filosofia *lean* en forma de casa, des de que Taiichi Ohno va fer menció de la base i dels pilars del TPS (Ohno i Kumagai, 1980) per a explicar el sistema de Toyota als empleats i proveïdors. I Monden (1983) hi va sintetitzar els objectius i sub-objectius, és a dir el sostre. Des de llavors diversos autors han fet referència a aquesta representació canviant entre ells el nombre de columnes que segons els autors sostenen la casa. Tot i que la publicació és deu a Taiichi Ohno, la paternitat de la representació és compartida amb Eiji Toyoda.

Així en quant a la cerca dels principis del Sistema de Producció de Toyota, cal anar a la representació més primària del *lean*: L'anomenada casa TPS.

En ella hi s'hi troben en una representació familiar els pilars, fonaments i principis amb els que Ohno i Eiji descriuen el TPS:

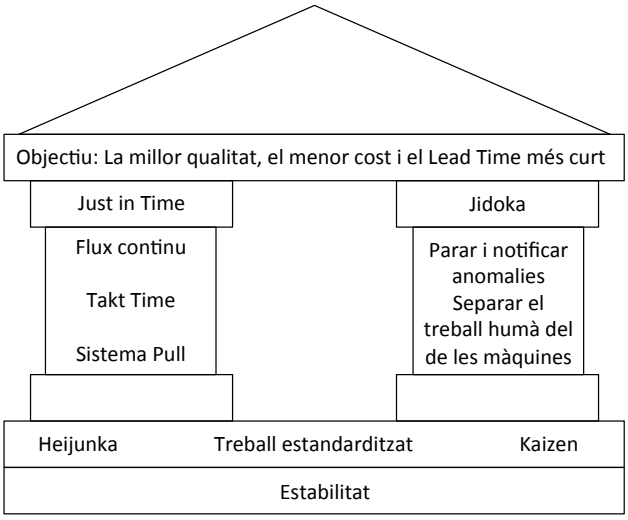


Figura 3. Casa Toyota a lean Lexicon (Shook i Marchwinski, 2003)

En aquesta casa s'hi descriuen dos grans pilars, uns fonaments, i un sostre. A cada un d'ells hi trobem les eines i conceptes que l'integren.

Els fonaments són l'anomenada Estabilitat bàsica: l'estabilització de la variabilitat d'un programa de producció. En els fonaments hi trobem les activitats que donen valor al producte o servei del client, que tal i com deia Taiichi Ohno es troben subjectes al mètode, al procediment i a l'estàndard. Així s'hi troben conceptes i eines com el treball estandarditzat, la gestió visual, la comptabilitat dels mètrics, la resposta ràpida, l'anivellament (Heijunka), la millora continua Kaizen, PDCA, la gestió d'equips, i els 7 malbarataments.

Al sostre s'hi troben els principis que guien les activitats i processos: reduir el temps total de lliurament, amb la coordinació de les vendes, programació i necessitats del client. Aquí hi trobem els conceptes de valor de client, aprofitament del talent de les persones, els mètrics

directius de Qualitat, Capacitat, Entrega, Cost i Seguretat, i la subjecció als mètodes i estàndards.

El pilar esquerra es el pilar del Just-A-Temps (JIT: Just-In-Time) on hi contribueixen els conceptes de takt time, flux i pull, i les eines de SMED, kanban i les 3P (propòsit-procés-persones). L'objectiu d'aquest pilar es conduir les activitats descrites en els fonaments en forma de flux continu de productes i informació, minimitzant l'inventari i l'espai, cap al client, i perseguint els objectius i conceptes descrits al sostre.

El pilar dret, és l'anomenat pilar del Jidoka (autonomatització: o automatització amb toc humà). On hi contribueixen els conceptes de construir la qualitat en el procés, l'automatització de baix cost, la correcció d'errors i la millora de la fiabilitat, i hi apareixen les eines de poka-yoke, els 5 per què, i el cordó vermell.

La importància d'aquesta representació de "casa", es deu al fet que ha estat seguida i adaptada com a representació visual per molts dels sistemes *lean* a estudiar.

Womack i Jones. Els 5 principis del lean Management.
Basat en l'obra de *Womack i Jones, "lean Thinking", (1996)*

Womack i Jones, varen escriure "*lean Thinking"* (1996), la publicació més famosa i més venuda, per al gran públic. En ella introduïren tant el terme *lean*, de manera popular, com els conceptes del sistema de producció de Toyota.

En aquesta obra defineixen el pensament *lean* en cinc principis:

1. Identificar els clients i especificar el valor. Per a aquests autors el punt d'inici és reconèixer que només una petita fracció el temps total i de l'esforç de qualsevol organització realment afegeix valor per al client final. Definint clarament el valor per a un producte específic o servei des de la perspectiva del client, permet que totes les activitats sense valor afegit –o malbaratament– han de ser eliminats.

Respecte a aquest punt cal ressaltar que Taiichi Ohno va identificar i categoritzar els malbarataments en 7 tipus diferents:

- moviment de material,
- inventari,
- correcció,
- processament,
- moviment de persones,
- espera i
- sobreprocessament.

2. Identificar el flux de valor. El flux de valor compren totes les activitats involucrades en l'organització per dur a terme el producte o servei. Això representa el procés de cap a cua que entrega el valor al client. Un cop determinat que és el que vol el client, la propera passa és identificar com s'entrega.

Al llibre *"Learning To See"* (Shook i Rother, 1999) es defineix el mapa de flux de valor (o VSM-Value Stream Map) com a *"eina realitzada amb llapis i paper que ajuda a veure i entendre el flux de material i informació a mesura que un producte avança en el flux de valor d'un procés"*. El que s'entén per Value Stream Map és simple: seguir la ruta de fabricació d'un producte des del *client* fins al *proveïdor* i traçar mitjançant icones de forma detallada una representació visual de cada procés en el flux de materials i informació. 2*Aquesta és la millor manera de ensenyar-te a tu mateix i als teus col·legues com identificar, i especialment com detectar, el malbaratament"*

3. Crear flux eliminant el malbaratament. Típicament només un 5% de les activitats afegeixen valor. Eliminant aquest malbaratament s'assegura que el producte o servei pot "fluir" al client sense interrupció o espera.

4. Respondre al senyals Pull del client. Entendre la demanda de client i crear un procés que respongui a aquesta. Fer només allò que vol el client i quan el client ho vol.

Al treball *"CONWIP, a pull alternative to Kanban"* (Spearman, Woodruff, & Hopp, 1990) es defineix push com un sistema en què els treballs són planificats, i un sistema en pull aquell en què l'inici d'un treball es genera a partir de la finalització d'un altre.

5. Perseguir la perfecció. Crear flux i pull força a canviar radicalment l'organització individual de cada un dels processos, tot i que els veritables guanys s'obtenen quan totes les passes són lligades. Mentre això succeeix, capes i més capes de malbaratament són descobertes i fetes visibles i el procés continua avançant cap a un teòric punt de perfecció, on cada actiu i cada acció afegeix valor per al client final.

Un concepte que persegueix aquesta perfecció és el kaizen[1], o millora continua. A "*lean Lexicon"* (Shook i Marchwinski, 2003) s'hi defineix el Kaizen com *"La millora contínua d'un flux de valor complet o un procés individual per crear més valor amb menys malbaratament."* A "*Learning to see"* Rother i Shook (1999) hi descriuen dos nivells de kaizen o procés de millora continua: el Kaizen de flux o sistema focalitzat en el conjunt del flux de valor, que seria el kaizen per als directius. I el Kaizen de procés destinat a processos individuals, que és el kaizen per equips de treball i líders d'equip.

Womack i Jones asseguren que s'ha de seguir aquests cinc principis per implementar la filosofia *lean*, i per tant ser inclosos en un Sistema de Producció. Asseguren que això només pot succeir quan l'estratègia de l'organització s'enfoca a una constant revisió dels processos buscant l'entrega constant i consistent del valor al client.

[1] Del japonés 改善, a on 改 significa "canvi" i 善 significa "bo" o "millor"

Quatre Regles de Spear i Bowen

Basat en l'obra de Spear i Bowen, "*Decoding the DNA of the Toyota Production System" (1999)*

- Regla 1: Tots els treballs seran altament específics en quant al contingut, la seqüència, el temps i el resultat.
- Regla 2: Cada connexió client-proveïdor ha de ser directa, i hi ha d'haver un inequívoc si o no per enviar sol·licituds i rebre respostes.
- Regla 3: La via per a cada producte i servei ha de ser simple i directa.
- Regla 4: Qualsevol millora s'ha de fer d'acord amb el mètode científic, sota la guia d'un mestre, en el nivell més baix possible en l'organització.

Liker. Els 14 principis del "Toyota Way".

Basat en l'obra de Liker, "*Toyota Way. Las claves del éxito de Toyota",(2004)*

Ja a la introducció s'ha ressaltat l'origen del sistema *lean* en el TPS, Toyota Production System de Toyota Motor Company, desenvolupat durant les dècades dels anys 50 i 60 del segle passat per Taiichi Ohno i Eiji Toyoda entre d'altres com un sistema integral.

Així doncs, enumerar els conceptes que són la base del TPS ajudarà en la categorització dels sistemes de les companyies a estudiar.

El 2001 Fujio Cho, màxim executiu de Toyota, va descriure el TPS fent un èmfasi especial a l'aplicació de tots els conceptes i a la cultura, que va definir com a *"Toyota Way 2001"* -la manera de Toyota- (Toyota Motor Corporation, 2001):

"Moltes bones companyies americanes actualment tenen respecte per la seva gent, a més de practicar kaizen i altres eines del TPS. Però el que és important és tenir tots els elements junts com un sol sistema. S'han de practicar cada dia d'una manera sòlida –no a batzegades–, cada dia al lloc de treball".

Liker va descriure al llibre *"Toyota Way"* (2004) els 14 principis d'aquesta manera de fer de Toyota, en 4 grans grups.

- La filosofia a llarg termini
  - Principi 1: Basar les decisions directives en la filosofia de llarg termini, inclús a expenses d'objectius a curt termini.

- Els processos correctes produiran peces correctes.
  - Principi 2: Crear processos de flux continu per fer aflorar els problemes.
  - Principi 3: Fer servir sistemes "pull", per evitar la sobreproducció.
  - Principi 4: Anivellar la càrrega de feina (heijunka). (Treballar com una tortuga, no una guineu)
  - Principi 5: Construir la cultura de parar per resoldre els problemes, per aconseguir la qualitat demandada a la primera.
  - Principi 6: Estandarditzar les tasques és als fonaments de la millora continua i la responsabilització dels empleats.
  - Principi 7: Usar control visual per veure problemes ocults.
  - Principi 8: Usar només tecnologia confiable, usant només la tecnologia ja provada, que serveixi tant al procés com a les persones.

- Afegir valor a l'organització a través del desenvolupament de les persones pròpies i socis productius.
    - Principi 9: fomentar líders que comprenguin totalment el treball, visquin la filosofia i ensenyin als altres.
    - Principi 10: Desenvolupar persones i equips excepcionals que segueixin la filosofia de l'empresa.
    - Principi 11: Mostrar respecte a tota la xarxa de socis i proveïdors donant-los reptes i ajudant-los a millorar.

- Resoldre contínuament els problemes des de l'arrel, condueix a una organització a aprendre.
    - Principi 12: Ves i mira per tu mateix per entendre la situació (genchi gembutsu)
    - Principi 13: Pren les decisions amb cura, per consens, considerant totes les opcions, i implementar-les ràpidament.
    - Principi 14: Convertir-se en una organització d'aprenentatge a través de la reflexió implacable (hensei) i la millora contínua (Kaizen).

ii. Parametrització

Tractant de resumir l'evolució Hines, Holweg, i Rich (2004) varen crear una taula amb les diferents fases en les que, segons els autors, ha evolucionat el pensament *lean*:

Fases	1980-1990 Despertar	1990-mitjans 90	Mitjans 90-2000	2000-estudi
Temàtica de la literatura	Disseminació de les eines pràctiques	Benchmark de les millors pràctiques	Pensament en flux de valor, empresa *lean*, col·laboració cadena de subministrament	Capacitat del sistema
Enfoc	Tècniques JIT, costos	Costos, formació i promoció, TQM, reenginyeria	Costos, processos que donin suport al flux	Valor i cost, tàctica i estratègia, integració cadena subministrament,
Processos de negoci clau	Producció exclusivament	Producció i Logística interna	Tasa de servei	integració processos, servir a client, desenvolupament de producte
Sectors	Automoció (assemblatge final)	Automoció (assemblatge i producció components)	Producció en general	Gran i petita producció, sector serveis
Autors	Shingo (1981,1988) Schonberger (1982, 1986) Monden (1983) Ohno (1988) Mather (1988)	Womack et al (1990) Hammer (1990) Stalck and Hout (1990) Harrison (1992)	Lamming (1993) MacBeth i Ferguson (1994) Womack i Jones (1994, 1996) Rother and Shook (1998)	Bateman (2000), Hines i Taylor (2001), Holweg i Pil (2001) Abbas et al.(2001) Hines et al.(2002)

Taula 8. Evolució del pensament lean (Hines, Holweg, i Rich, 2004)

Aquesta evolució és important, en tant els seus diferents enfocs i l'ús de determinades eines es trobin reflectides en els diferents sistemes de producció *lean* de les companyies estudiades.

Respecte a l'evolució del Sistema de Producció *lean*, això comporta una sèrie de qüestions sobre els canvis que els hi afecten, sobre si aquests canvis suposen fins i tot un nou paradigma productiu. Aquest extrem contrasta amb el fet que s'ha arribat a negar el *lean* com a concepte de Sistema de Producció diferenciat. Això deixa, de totes maneres, incertesa de poder parametritzar, si es pot, un Sistema de producció diferenciat.

Netland (Netland T. , 2013) al estudiar el fenomen dels sistemes de producció, però agafant empreses de diversos sectors, conclou que la majoria de sistemes de producció *lean* són variants del mateix model, que es situa molt a prop del TPS.

Respecte a l'evolució dels sistemes de producció, Netland, Gerpisa, Bartezzagui, Muffatto, i Llorente coincideixen en que els sistemes de producció convergeixen cap a un sol model basat en el TPS/*lean*. Però amb dues opcions obertes: convergència cap al model de TPS/*lean* conegut, o cap a un model de TPS/*lean* hibridat amb d'altres models.

Així en global, hi ha una evolució, però és d'un model contingent a un altre. Així la convergència es produeix, buscant la millora en quant a resultats i millora en quant a humanització, a través de la millora continua i l'aprenentatge compartit. (Muffatto, 1999).

La continuació d'aquestes propostes pot donar forma a l'objectiu de definir, si existeix, una manera única d'adoptar el *lean* a partir de les propostes de la literatura i els sistemes actuals. Així com al extreure'n el model, estimar si explica les diferències entre les empreses diferents. I finalment, si s'identifiquen aquests principis i criteris generals, conèixer si tenen correlació en el temps els diversos sistemes, i definir, si existeixen, les diverses estacions (o parades estables) del recorregut *lean*, en aquest mateix model de Sistema de producció.
Diversos autors han modelitzat, doncs, el Sistema de Producció *lean*, i fins i tot existeix a la literatura comparatives d'aquests models.

En el següent quadre, McLachlin (1997), per exemple, tracta de resumir els factors inicials descrits en diferents models presents en aquell moment a la literatura per explicar tant l'èxit com el no èxit, de les implementacions.

Factor	Font
Formació i Entrenament	1,4,8,9,10,12,14,16,17,21,24,28,29,30,31,33,34,35,36,37,39,(20),(38)
Involucració Treballadors	1,2,5,9,10,11,13,16,18,21,25,39
Responsabilitat Treballadors	1,3,8,10,12,13,15,21,34,35,37
Flux i reducció de temps d'entrega	1,3,10,19,22,23,34
Mètrics de rendiment al grup	17,18,28,29,30,40
Assegurament dels llocs de treball	5,6,8,231,26,28,31,35
Qualitat	1,7,8,9,10,16,17,18,22,28,31,35,42
Habilitat als proveïdors per treballar JIT	1,4,7,9,10,17,20,21,33,38,41
Treball en equip	8,16,21,24,27,35
Involucració de la direcció	2,4,7,9,11,13,16,17,18,30,31,32,33,36,(20),(38)

LLEGENDA

[1] Schonberger, 1982	[15] Voss and Harrison, 1987	[29] Flynn et al., 1990a
[2] Fukuda, 1983	[16] Cosenza, 1988	[30] Flynn et al., 1990c
[3] Hall, 1983	[17] Crawford et al., 1988a	[31] Harber et al., 1990
[4] Lee and Ebrahimpour, 1984	[18] Crawford et al., 1988b	[32] Lieberman et al., 1990
[5] Hanlon, 1985	[19] Hay, 1988	[33] Montagno et al., 1990
[6] Walton, 1985	[20] Inman, 1988	[34] Schmenner and Rho, 1990
[7] Celley et al., 1986	[21] Krafcik, 1988	[35] Womack et al., 1990
[8] Goddard, 1986	[22] Schmenner, 1988b	[36] Ahmed et al., 1991
[9] Im, 1986, Im and Lee, 1989	[23] Westbrook, 1988	[37] Billesbach et al., 1991
[10] Schonberger, 1986	[24] Adair-Healy, 1989	[38] Mehra and Inman, 1992 [39]
[11] Walleigh, 1986	[25] Canadian AW, 1989	Snell and Dean, 1992
[12] de Treville, 1987	[26] Inman and Mehra, 1989	[40] Young, 1992
[13] Myers, 1987	[27] Lieberman, 1989	[41] Brown and Inman, 1993 [42]
[14] O'Brien et al., 1987	[28] Wantuck, 1989	Inman and Boothe, 1993

( ) suggerit com a no necessari

Taula 9 Factors inicials suggerits a la literatura (McLachlin, 1997)

Així, Jostein Pettersen (2009)resumeix les característiques i eines associades a *lean* production segons diferents models presents a la literatura

	Womack & Jones	Liker	Bicheno	Dennis	Feld	Ohno	Monden	Schonberger	Shingo
Kaizen/Continuous improvement	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Setup time reduction	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Just in time production	X	X		X	X	X	X	X	X
Kanban/Pull system	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pokayoke		X	X	X	X	X	X	X	X
Production leveling (Heijunka)	X	X	X	X	X	X	X		X
Standardized work		X	X	X	X	X	X	X	X
Visual control & management		X	X	X	X	X	X	X	X
5S/Housekeeping	X	X	X	X	(X)	X	X	X	
Andon	X	X			X	X	X	X	X
Small lot production		X	X		X	X	X	X	X
Time/Work studies	X	X	X	X	X	X	X		
Waste elimination	X	X	X	X		X		X	X
Inventory reduction	X	X		X		X	X	X	X
Supplier involvement	X	X	X	X	X		X		
Takted Production		X	X	X	X		X		X
TPM/Preventive maint.		X	X	X	X	X		X	
Autonomation (Jidoka)		X		X			X	X	X
Statistical quality control (SQC)	X		X	(X)	X		X	X	
Teamwork	X	X		X	X	X			
Work force reduction				X		X	X	X	X
100% inspection		X		X				X	X
Layout adjustments				X			X	X	X
Policy deployment (Hoshin kanri)	X	X	X	X					
Improvement circles		X		X			X	X	
Root cause analysis (5W)	X	X	X			X			
Value stream mapping /flowcharting	X	X	X	X					
Education/Cross training (OJT)		X			X			X	
Employee involvement	X	X		X			(X)		
Lead time reduction		X		X			X		
Multi manning	(X)					X	X		X
Process synchronization		X						X	X
Cellular manufacturing			X		X		(X)		
	make products with fewer defects to precise customer desires	One-piece flow	Reduce waste and improve value	Customer focus (high quality, low cost, short time)	Robust production operation	Cost reduction	Eliminate waste and reduce costs	Improve quality and productivity	Cost reduction through waste elimination

Taula 10 característiques i eines segons diferents autors (Pettersen, 2009)

Finalment Shah i Ward (2003) resumeixen els principis *lean* objectiu que apareixen a la literatura. De fet Shah i Guard s'hi refereixen com a pràctiques, però els autors posteriors que les citen, també s'hi refereixen com a principis. (Netland T. , 2013)

Pràctiques *lean*	**Fonts**															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció)																
Fabricació cel·lular									x			x	x	x	x	x
Benchmarking competitiu																
Programes de millora contínua		x				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Força laboral multi-funcional	x		x		x	x			x		x	x	x	x	x	x
Reducció del temps de cicle									x			x	x		x	x
Fàbrica enfocada a producció									x		x	x	x	x	x	x
JIT / producció de flux continu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
La reducció de grandària de lot	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Optimització del manteniment																
Nous equips de procés/ tecnologies									x			x			x	
Estratègia Planificació-programació																
Manteniment preventiu			x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mètrics de la capacitat del procés									x			x	x	x	x	
Pull / kanban	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Programes de gestió de qualitat		x														
Tècniques ràpides de canvi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Reenginyeria procés de producció																
Programes de millora de la seguretat									x			x	x		x	
Equips de treball auto-dirigits		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Gestió de qualitat total		x				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

(1) Sugimori et Al (1977); Monden (1981); Pegels (1984)
(2) Wantuck (1983)
(3) Lee i Ebrahimpour (1984)
(4) Suzaki (1985)
(5) Finch i Cox (1986)
(6) Voss i Robinson (1987)
(7) Hay (1988)
(8) Bicheno (1989)
(9) Chan et al. 1990)
(10) Piper i McLachlin (1990)
(11) White (1993)
(12) Shingo Prize Guidelines (1996)
(13) Skakibara et al. (199)
(14) Koufteros et al. (1998)
(15) Flynn et al . (1999)
(16) White et al. (1999)

Taula 11 Principis lean segons diferents autors (Shah i Ward, 2003)

f. Sistemes de Producció *lean* dels constructors d'automòbil

Com Ohno (1978) va reconèixer, no fou fins a la crisi dels setanta que el món va mirar al sistema de Toyota. El següent gran pas rellevant és el treball portat a terme pel MIT amb el IMVP (International Motor Vehicle Program). Tot i que el projecte, en primer terme (1980-84) es limitava a la identificació de tendències en la indústria mundial de l'automòbil, i a proporcionar un anàlisi de resultats. (Emiliani, 2006). El resultat va donar a conèixer un sistema que majoritàriament s'ha anomenat *lean*.

Els fabricants d'automòbil enllacen el fordisme amb els nous conceptes de producció de manera pionera respecta a la resta de sectors econòmics. Hudson (1993)

Però no totes les companyies americanes, europees o inclús japoneses han pogut o volgut seguir al peu de la lletra els estàndards establerts per Toyota, o almenys al mateix ritme. (Cusumano M. A., 1994),

GM va estar implicada des del primer moment en el IMVP, i de fet Jay Chai un dels membres consultius del IMVP, tingué un paper fonamental en l'acord que donà llum a NUMMI, segons Holweg. Nummi fou una joint venture entre Toyota i GM, i es considerada com la porta d'entrada del *lean* a GM. A partir de l'exemple de Toyota, varen sorgir aquestes i altres iniciatives, segons Maccoby (1987) GM Linden NJ, CAMI, GM-Suzuki, i Ontario Canada varen fracassar en el seu intent d'implantació, mentre d'altres com GM NUMMI, Saturn i Toyota Georgetown, varen ser grans èxits.

Una altra empresa que va ser durant els anys 80 una de les primeres apuntar-se com a pilot fou Renault. Fruit d'aquelles proves l'empresa es va anar formant en el sistema *lean*.

De la mateixa manera que la resta de fabricants d'automòbil, Nissan, tampoc va descriure un sistema de producció abans de la dècada dels vuitanta del segle passat. Però ja des del 1985 a les fàbriques de Nissan es treballava amb els anomenats cicles de gestió PRCA, i s'utilitzaven activitats com TQC, TPM i JIT.

A principis del anys 1990, els fabricants alemanys varen aproximar-se tímidament, i varen adoptar alguns dels principis del TPS, com el treball en equip, la delegació de la responsabilitat en la quantitat i qualitat, i l'involucració a la millora continua (Cooney, 2002).

Eren els anys en que el Volvoisme tenia els seus millors exemples en actiu, a Suècia i Holanda.

Però l'adopció del *lean* més enllà de pilots no es va fer fins a finals dels anys 1990, i inicis del nou mil·lenni. De fet Cooney (2002) recollia que la decisió sobre si adoptar *lean* o no, encara formava part de les eleccions estratègiques que havien de fer les empreses, sindicats i governs.

Figura 4. Data de creació dels sistemes de producció lean. Font: Llorente (2012)

A la taula següent es troben les dates oficials de sortida del sistema actual de producció de cada fabricant:

Productor	Acrònim	Nom del Sistema de Producció	Any	Observacions
Toyota	TPS	Toyota Production System	1950	S'ha anat construint i no hi ha una data clau.
Nissan	NPW	Nissan Production Way	1994	
Ford	FPS	Ford Production System	1995	
Mercedes	MPS	Mercedes Production Way	1999	És una còpia del COS, de Chrysler, de 1994
Renault	SPR	Système de Production Renault	1998	Influenciat per la seva aliança amb Nissan
GM	GMS	Global Manufacturing System	2005	El sistema data dels 80's, però data de manera efectiva el 2005
Fiat	WCM	World Class Manufacturing	2005	
Volkswagen	VPS	Volkswagen Production System	2006	

Taula 12. Data impuls del Sistema de Producció. Font: pròpia

Compartir el sistema de producció

Intercanvis entre constructors

En el primer capítol s'ha exposat la poca predisposició dels constructors d'automòbil a compartir els seus sistemes de producció. A excepció de Toyota.

Per què Toyota comparteix tant obertament, i els altres constructors no?

Primer de tot, cal destacar que Henry Ford, va escriure i compartir el seu sistema de producció. (Ford i Crowther, 1922). I va ser àmpliament copiat, utilitzat, adaptat i millorat.

Un exemple més recent en que s'ha compartit un sistema, ha estat GE amb la metodologia 6-sigma. Fet que ha ajudat decisivament també a la seva difusió. Tot i que no és habitual, no és un fet tant infreqüent, que una empresa comparteixi el seu sistema de producció.

Pel que fa als constructors d'automòbil, tenen aquests sistemes no com a secrets o desconeguts, sinó que només estan disponibles per als treballadors de la pròpia organització. De fet dins les organitzacions se'n fa una gran difusió mitjançant formació, quaderns de treball, grups de discussió, newsletters, documents en línia,... Fins i tot es comparteixen amb els proveïdors.

Estudis i literatura de cada un dels sistemes de producció n'hi ha. Pero hi apareixen isoladament o alguns cops com a comparativa respecte Toyota. Molts d'aquests treballs han estat fets per

treballadors o ex-treballadors de la pròpia organització, ó investigadors d'institucions associades a alguna planta de producció en concret. També hi ha congressos i conferències, on es comparteixen els sistemes per part dels responsables. Però és infreqüent que comparteixin la documentació relativa als sistemes de producció.

Toyota comparteix el seu Sistema de Producció amb el món.

Després de la segona guerra mundial, els EUA van portar a terme un pla especial de recuperació de la economia japonesa amb l'esperança que la prosperitat i el comerç canviés el rumb del país (Henshall, 2012).

Com a part d'aquest pla es va desplegar el MITI (*Ministry of International Trade and Industry* 通商産業省), que va vehicular l'ajuda d'institucions, científics i empreses privades. Toyota, de la mateixa manera que altres constructors d'automòbils, va rebre l'assessorament i ajuda de les *Big three* de Detroit –la Ford, la General Motors, i la Chrisler-, sota els auspicis de l'administració nord-americana. Taichi Ohno, per exemple, va realitzar diversos viatges d'estudi als EUA convidat per aquetes empreses. (Holweg M. , 2006)

De fet la pròpia metodologia, reconegut pel propi Ohno, veu del Fordisme, i punts cabals del TPS, provenen dels conceptes QC nord-americans. (Ohno, 1978)

En definitiva, Toyota es sentia en deute. I quan els diversos investigadors, per exemple el IMVP del MIT, van sol·licitar fer-hi recerca i difusió no va haver-hi grans problemes, fins i tot facilitats. Ohno, el co-pare del sistema de producció de Toyota, va fer el pròleg del llibre de Monden que es titulava gens d'amagat *"Toyota Production System"* (Monden, 1983). I en aquest pròleg Ohno es mostra complagut tant del llibre, com de la manera que està escrit, com del fet que pugui estar a disposició per a tothom.

A més d'aquest deute històric, Toyota té a la base del seu sistema les relacions humanes, i un dels seus principis és la col·laboració duradora amb els seus proveïdors. Això obliga, evidentment, a compartir el sistema de producció i a formar-los. Aquesta és la feina, per exemple, del TSSC (Toyota Production System Support Center) als EUA, on hi ha hagut un munt de noves plantes i nous proveïdors en les darreres dècades, (Holweg M. , 2006)

Un tercer motiu, menys altruista, és la comercialització que fa Toyota de tours, serveis i programes de formació del seu TPS, tant com a sistema, i com a eines i principis aïllats. (TSSC Center, 2015)

Un darrer motiu per compartir han estat les diverses joint-ventures que ha fet Toyota amb d'altres constructors d'automòbil, com poden ser NUMMI (amb GM) o TPCA (amb PSA), a on Toyota aporta el TPS com a actiu. (Holweg M. , 2006)

Així que han estat diversos els mitjans, i els motius, pels qual Toyota ha compartit el seu sistema de producció. I això no ha succeït amb els altres constructors. Només alguns d'ells han emprés programes de difusió i formació amb proveïdors. Fet que ha dificultat l'accés als sistemes de producció del treball d'aquests constructors, i per altra banda ha donat suport a la popularització i difusió del TPS.

g. Descripció de les eines

Un cop definit un sistema de producció *lean*, es proposa revisar l'estat de l'art de les característiques que l'integren.

Eines i mètodes

En el treball per dur a terme una transformació *lean*, es proposa seguir la transformació proposada a *lean* Thinking (Womack i Jones, 1996), mitjançant la metodologia descrita (Fortuny, Cuatrecasas-Ll, Cuatrecasas-O, i Olivella, 2008), i concretament durant l'aplicació, la pràctica i eines proposades a *Making Hospitals Work* (Baker, Taylor, i Jones, 2009), com un dels darrers treballs globals d'aplicació de metodologia. Així es recull a la Taula 13 la metodologia i eines proposades, depenent de l'abast de la transformació.

lean Thinking	Metodologia d'implantació a plantes industrials	Making Hospitals Work	Eines
Arrencar Buscar agent del canvi Formació	Cerca de dades Formació		
Buscar palanca del canvi Oblidar l'excel·lència Dibuixar el flux Començar a actuar Resultats	Anàlisi VSM actual Estudi i disseny VSM proposat Implantació	Conèixer situació Situació inicial Analitza Proposa Pla - Seguiment	Takt time Observació VSM inicial Spaguetti Estàndard 0 VSM futur Layout Cèl·lules. Equips integrats Estàndards de treball Kanban. Doble calaix Planificació PFEP Gestió visual Pissarra Heijunka Talls/Audits
Nova organització Aplicar Concloure-Aplicar		Reflexió + Millora continua	
Abarca transformació	Abarca implantació	Abarca projecte concret	

Taula 13. Correlació dels diversos grups, tenint en compte model de transformació, metodologia d'implantació i eines proposades. (Martin i Cuatrecasas, 2015)

Mantenir la correlació descrita a la Taula 13 entre model, metodologia i eines per a una transformació *lean* és bàsica per a l'èxit d'un projecte. En ocasions, en projectes concrets, no es té en compte aquesta correlació, el que fa que es converteixi sovint en una implementació no exitosa. L'error més habitual en aquests casos és l'intent d'aplicació de les eines (quarta columna de la taula) sense cap fonamentació teòrica (primera i segona columna de la taula).

Com és lògic, el domini de les eines és molt important per a la transformació, però és del tot insuficient si no s'acompanya d'una base conceptual sòlida.

Descripció de les principals eines utilitzades.

i. A3-Report. Resolució de problemes i millora continua.

L'A3 (Figura 7) és l'eina principal que s'ha utilitzat com a marc de la resta d'eines per a totes les aplicacions de PDCA, això és resolució simple de problemes i millora continua.

L'A3 segueix el model *PDCA*, popularitzat per Deming, de resolució de problemes. Davant el qual s'ha de: P - plantejar una hipòtesi. D - realitzar l'experimentació. C - comprovar els resultats i validesa de la hipòtesi. A - actuar, estandarditzar els resultats de la hipòtesi, aplicar.

J. Shook (Managing to learn, 2010) ho descriu com l'eina que sempre s'utilitza per estructurar el canvi *lean*. L'A3 permet l'alineament de l'equip, entendre el problema i el seu context, fixar els objectius, analitzar la situació inicial, proposar unes millores o canvis i fer el seguiment. I tot això en el mateix full, un A3, d'aquí el seu nom.

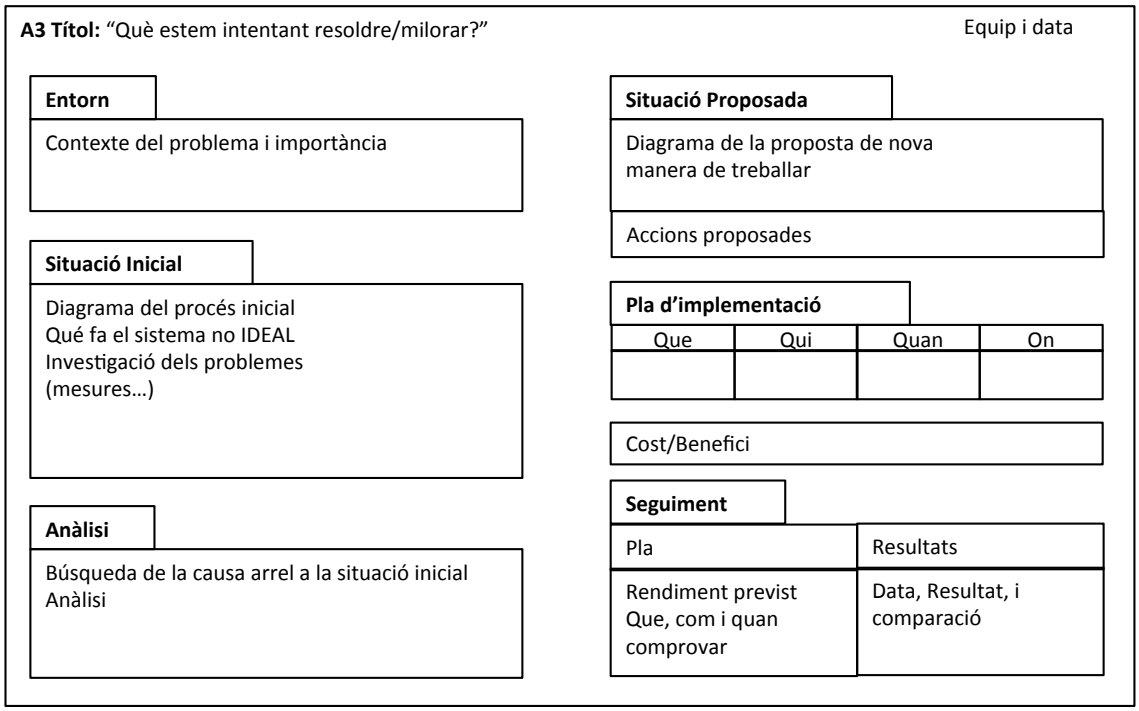


Figura 5. Plantilla A3 (Jimmerson, Weber, i Sobek, 2005)

Segons J. Shook (Managing to learn, 2010), *lean* tracta tant els problemes a resoldre, com les millores a assolir, de la mateixa manera: com una oportunitat. I per tant, amb la mateixa metodologia / eina global: l'A3. Així que qualsevol canvi, projecte, servei s'ha de tractar igual. Aquesta és una bona notícia ja que ho simplifica tot. L'A3, realment és molt més que una eina. En realitat s'utilitza com a mètode per introduir i entendre la cultura *lean*.

ii. Takt Time

El takt time, descrit a *"Learning to see"* (Shook i Rother, 1999), és la visualització de la demanda en temps per unitat, en comptes de quantitat per unitat de temps. D'aquesta manera s'argumenta que és més fàcil traslladar-ho a la resta d'eines (estandardització, VSM, kanban, 5'S, ...), així com obtenir el sentit de flux.

La demanda, es converteix en takt-time, creant un ritme de producció que és molt proper al ritme que marca la demanda. Si la demanda canvia, el ritme de treball també hauria de canviar, sinó es produiria algun dels malbaratements, tal i com Shingo (Shingo, 1981) explicava el concepte del JIT, com a Just EN temps.

COT	Demanda		TKT
hora	peces/hr	desvest	min/peça
0	1.3	0.5	47
1	1.3	0.5	47
2	1.2	0.4	50
3	1.2	0.4	50
4	1.2	0.5	51
5	1.2	0.5	50
6	1.2	0.5	50
7	1.2	0.5	48
8	1.5	0.7	41
9	1.9	1.1	31
10	2.0	1.1	30
11	2.0	1.0	30
12	1.9	1.1	32
13	1.7	0.9	35
14	1.6	0.8	38
15	1.7	1.0	35
16	1.8	0.9	33
17	1.7	0.9	36
18	1.7	0.9	36
19	1.7	0.9	35
20	1.7	0.8	36
21	1.6	0.9	38
22	1.4	0.7	42
23	1.4	0.6	44

Taula 14. Takt times a un hospital (Martin i Cuatrecasas, 2015). Un bon exemple de fins on ha arribat el lean, i a on els ritmes dels sistemes de treball també s'han d'adequar a la demanda.

iii. Observació al gemba

L'observació directa de les tasques és l'eina utilitzada com a font d'informació principal, per sobre de dades de l'ordinador, estàndards anteriors o simples impressions. Aquesta tècnica deriva del famós cercle de Ohno. Taiichi Ohno (1988) pintava un cercle a terra, i convidava als seus col·laboradors a romandre més d'una hora dins del cercle simplement observant, sense poder intervenir. Perquè, d'aquesta manera, poguessin comprendre el que realment succeïa en els llocs de treball. Ja que Ohno considera realment que romandre parat en una actitud d'observació durant molt temps és absolutament revelador. I si d'aquesta observació es recullen les dades d'una manera objectiva, llavors té una potència enorme. (Shook i Rother, 1999). Aquestes tècniques es consideren molt relacionades amb la part cultural del sistema de producció, en tant les dades han de provenir de les persones, basades en fets, més que de exclusivament les Tecnologies de la Informació (IT el terme anglès comunament adoptat).

iv. VSM (Value Stream Map) inicial.

El VSM és el mapa de flux de valor. Així Kim (Kim, Spahlinger, Kin, & Billi, 2006) el descriu com una eina visual –mapa-, que mostra com discorre –flueix- el producte. El VSM segurament és la millor eina per captar la situació inicial de qualsevol assumpte. És important destacar que el VSM inicial ha de contemplar la pura realitat, no els desitjos. Per això es fa mitjançant la directa observació en el *Gemba* –el lloc de treball-.

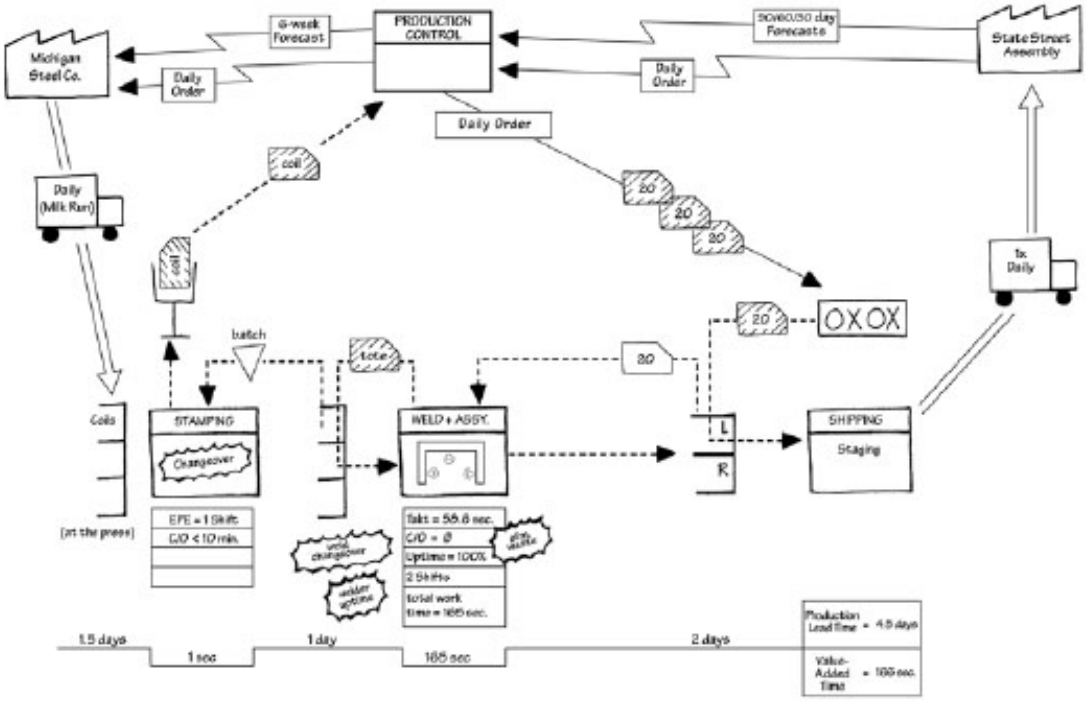


Figura 6. VSM proposat a (Shook & Rother, Aprender a ver, 1999).

v. Diagrama de Espagueti

El espagueti flow o espagueti chart és una de les eines que millor estandarditzen una observació, tal i com destaca *lean Thinking for NHS* (Jones i Mitchell, 2006, pág. fig 1). Encara que no hi ha una sola manera de fer-ho, en un paper amb un plànol del layout, departament, o sinòptic dels processos es seguiran els moviments que realitza un professional o un producte durant un període de temps (30 '-60') sense aixecar el llapis en cap moment del paper, registrant així tots els seus moviments, per repetits o absurds que semblin. Aquesta eina, com a part de la estandardització de la observació, és utilitzada per poder prendre consciència per part dels professionals que un procés és millorable.

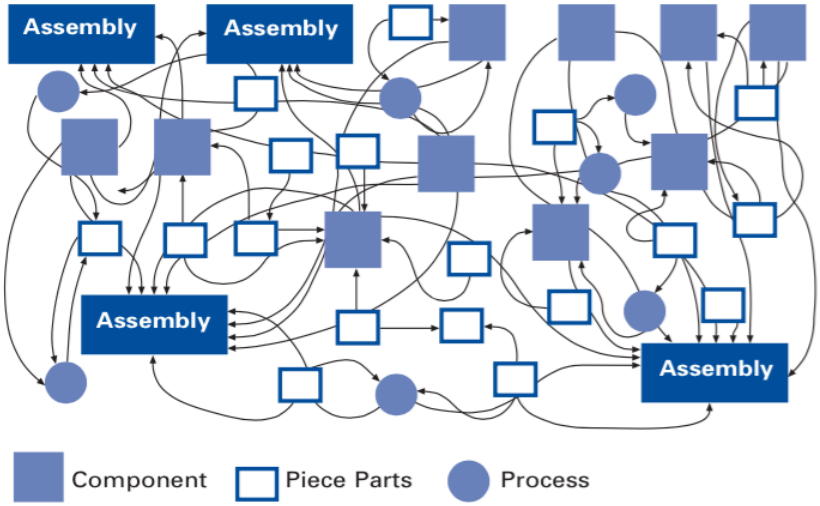


Figura 7. Espagueti. flow (Shook i Marchwinski, Lean Lexicon, 2003).

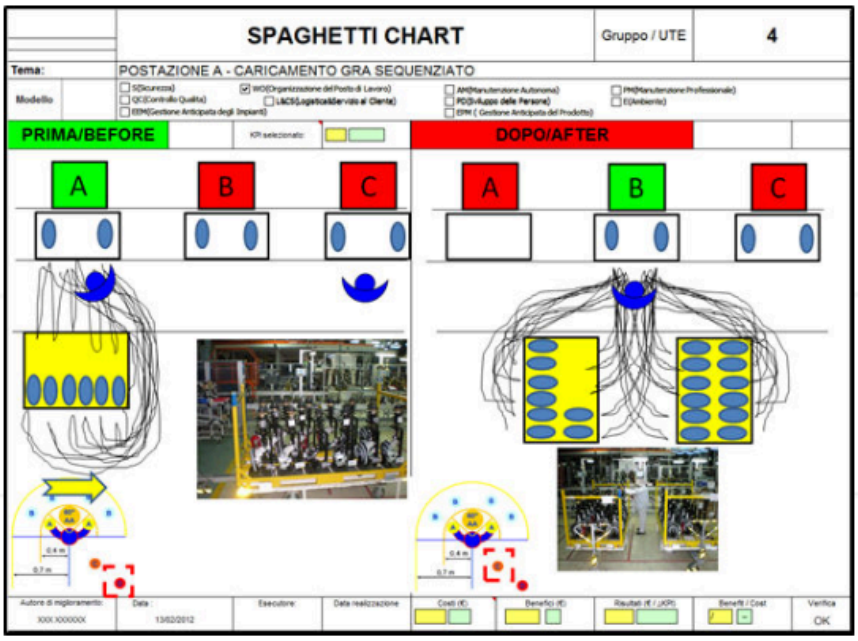


Figura 8. Spaguetti flow a unes cèl·lules d'automoció. *http://cdn.intec* (Rother, 1999)*hopen.com/pdfs-wm/43383.pdf*

vi. Estandardització

El treball estandarditzat ataca directament com es fa la feina, per això és una eina clau en la gestió *lean* (Cruz Machado i Leitner, 2010). Ajuda a millorar la capacitat de proporcionar solucions. Sense la estandardització, és probable que hi hagi una gran variabilitat i complexitat en cóm es fa la feina, el que porta a refer tasques, tenir defectes i per tant redueix la seguretat i la qualitat de l'atenció rebuda. Sense l'estandardització no existeixen les bases per a la millora. De fet, sense l'estandardització qualsevol millora que es produeixi és poc probable que sigui duradora.

La estandardització del treball (Standard work), és la base, per establir les instruccions de treball estàndard (work Standard) de cada pas en tot procés sobre la base de les millors pràctiques que es construirà (Rother, 1999).

Les Instruccions de treball estàndard s'utilitzen per formar, i permeten transmetre la mateixa informació a cada professional de la mateixa manera.

Estandardització de les 4M's

Dins de la figura de la casa TPS, a la base d'aquesta representació, trobem l'estandardització i l'estabilitat, de les conegudes 4M's: *Man*-Persones, *Material*-Material (físic i informació), *Machine*-Equipament, *Method*-Mètodes de treball. Aquestes 4'M, es poden representar d'una manera concreta:

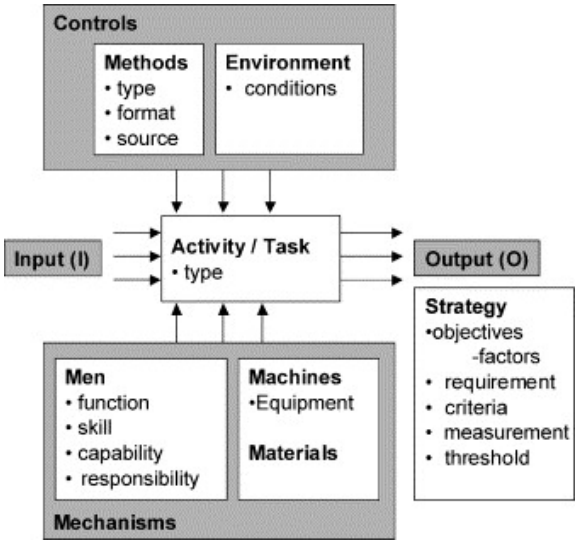


Figura 9. Les 4'M tal i com apareixen, a (Staccinia, Joubertb, Quarantac, i Fieschib, 2005)

Es podria argumentar, per tal de justificar diferència entre models, que als models més industrials, la tecnologia i l'equipament juga un paper més central, i essent per contra el paper de les persones més decisiu en els processos no industrials. També el material sembla jugar un paper diferent en ser més físic en els processos industrials, i menys físic en els processos no industrials. Però, malgrat aquests matisos, a la figura 4, s'acaben trobant exactament els mateixos elements (les pròpies 4 M 's) i no uns altres.

Per altra banda, a més a més de l'argument anterior, quan s'analitza profundament el sistema Toyota (Spear i Bowen, 1999, pág. p97) es revelen tres arguments principals: maximitzar la creativitat i flexibilitat de les persones, el flux i la simplicitat, i l'ús del mètode científic. Aquests arguments poden avalar l'aplicació de *lean* de manera més comuna, i més simple, a qualsevol sector, amb la mateixa metodologia ja que contraresten les diferències assenyalades.

A mode de resum d'aquest últim apartat, a la Taula s'han sintetitzat les diferències de les 4'M entre el sector industrial i el no industrial, així com els punts claus des del punt de vista TPS.

Taula. Descripció de les 4M, i els punts claus TPS.

	Industrial	No industrial	Punts claus TPS
Man – persones	Menys	Més	maximitzar la creativitat i flexibilitat
Machine - equipaments	Més	Menys	maximitzar la creativitat i flexibilitat
Material – material	Físic	Informació	el flux i la simplicitat
Method – mètode	Estàndards de treball	Estàndards de treball	l'ús del mètode científic

Taula 15, de les 4M. (Martin i Cuatrecasas, 2015)

h. Descripció de conceptes i principis

i. Automatització

La automatització de baix perfil és un element intrínsec del sistema *lean*, de forma coherent amb la seva filosofia. Per a automatitzar es pren en consideració les necessitats globals de la sistema sencer, i en cap cas hi ha un enfoc de prioritzar l'adopció de la tecnologia per la tecnologia. (Muffatto, 1999)

Toyota prefereix una aproximació Jidoka: una semi-automatització que mantingui el balanç entre humans i màquines. En coherència l'aproximació que fa el *lean* es basada en uns principis bàsics (Muffatto, 1999) :

- Lea automatitzacions menors són més econòmiques i més flexibles en la seva utilització i adaptació, quan hi ha canvis de volum i/o model.
- Simplicitat, tecnologia senzilla, espai reduït i una alta confiabilitat en l'automatització.
- Els treballadors no han d'estar aïllats de les màquines, i han de ser capaços de reparar-les, mantenir-les i millorar-les.
- L'automatització ha de contribuir a canviar el sistema fent-lo més eficient i més "amigable" des del punt de vista de les persones.
- La millora continua només és possible quan hi ha interacció humana amb les màquines.

ii. Recursos humans

Una de les evolucions majors que s'afirma respecte al sistema de producció de Toyota, té a veure amb els criteris fets servir per a la gestió dels recursos humans.

Un dels elements introduïts per Toyota ha estat la Qualitat de Vida Laboral (QWL-Quality Working Life), un element de quantificació i avaluació des de tots els punts de vista. A aquest efecte el TVAL (Toyota Verification of Assembly Line), busca assistir en el disseny de les línies de muntatge per convertir-les en potents mitjans de comunicació i motivació, a través de la millora en la ergonomia per detectar les prioritats i fer-la més confortable. (Muffatto, 1999)

Aquests canvis no només afecten físicament a la línia, sinó a la resta de conceptes, incloent l'ús dels torns de treball.

Una substantació d'aquests dos punts, l'automatització i els recursos humans, és l'ús de les espines de peix a les línies de muntatge, en la que mòduls desacoblats, és a dir units però amb un buffer d'amortiguació, alimenten parts de l'automòbil a la línia. D'aquesta manera el treballador té menys pressió si ha de parar la línia quan és necessari. De la mateixa manera, les parades programades poden incrementar-se per a poder realitzar la millora continua. D'aquesta manera la motivació no és només per l'adició de tasques indirectes com la millora continua, com succeïa en el passat, sinó per a més, realitzar un conjunt de tasques que per si mateixes compleixen un objectiu funcional i tenen sentit. D'aquesta manera el sistema adopta similaritats amb el sistema que Volvo feia funcionar a Uddevalla. (Muffatto, 1999)

iii. Itinerari d'Aplicació

lean no es pot aplicar de cop, hi ha unes passes que forçosament s'han de donar davant unes altres (Nijdam, 2010).

Black (2010) proposa una metodologia d'implementació basada en els mètodes usats per diferents companyies que han tingut èxit, que es basa en unes pases:

1) Anivellar i balancejar
2) Buscar estabilitat, a través de l'estandardització i crear cèl·lules.
3) Reducció de lot i augment flexibilitat
4) Integració qualitat total
5) Obtenir manteniment preventiu.
6) Connectar les cèl·lules del flux, definit per sistemes pull
7) Reducció del WIP, eliminant problemes e inventari
8) Extensió a la cadena supply chain
9) Disseny de cèl.lules autònomes i ràpides.
10) Disseny de una lean enterprise al voltant de concepte de Lean.

Anand i Kodali (2010), després d'estudiar a 30 autors, exposa que tot i que hi ha camins i passes, no hi ha un llibre de recepta única.

Nijdam (2010) exposa que un cop definits els objectius, hi ha molts camins per arribar-hi, però sempre partint d'una base i seguint unes passes concretes. Finalment, conclou que tots aquests camins es poden resumir en dos grans rutes, que inclouen en gran part el recorregut proposat per Black (2010), i que a més alhora van assolint objectius intermitjos.

Ruta 1: on es prioritza eliminar els problemes, per crear flux.

Etapa	Descripció	Objectiu
Push no anivellat	Aquest punt equival al sistema anterior, quan els problemes desestabilitzen, fent molt difícil lligar els processos i es treballa sense tenir en compte les necessitats, sinó la productivitat principalment.	Eliminar problemes.
Push anivellat	Es focalitza en eliminar problemes creant estabilitat a través de estandardització, i gestió del gap. Es continua treballant en push.	Crear estabilitat, predictibilitat i acompliment.
Pull anivellat	Situació en la que un cop eliminats els problemes, es pot obtenir un flux continu gestionat en pull.	Crear flux i estabilitat per assolir els objectius de SQDCM

Figura 10. Itinerari ruta 1 d'aplicació,. Elaboració pròpia.

Ruta 2: on es prioritza crear flux, per eliminar els problemes.

Etapa	Descripció	Objectiu
Push no anivellat	Aquest punt equival al sistema anterior, quan els problemes desestabilitzen, fent molt difícil lligar els processos i es treballa sense tenir en compte les necessitats, sinó la productivitat principalment.	Eliminar problemes
Pull no anivellat	Els problemes s'aïllen en loops concrets, mitjançant inventari en llocs concrets. Es treballa en pull entre els loops per no alimentar més els problemes.	Crear flux, predictibilitat i acompliment.
Pull anivellat	Situació en la que l'aïllament dels problemes, els elimina, obtenint un flux continu gestionat en pull	Crear flux i estabilitat per assolir els objectius de SQDCM

Figura 11.Itinerari ruta 2 d'aplicació. Elaboració pròpia.

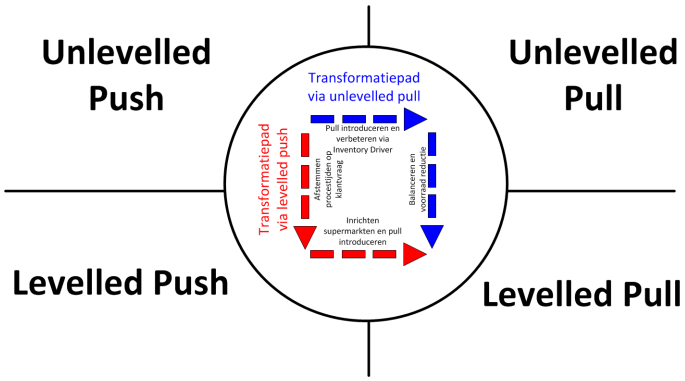


Figura 12. Camins per aplicar lean (Nijdam, 2010)

iv. Descripció de l'entorn dels sistemes productius operacionals

Aprofundint en l'enfoc cultural dels sistemes de producció *lean*, és necessari parlar de la seva implementació. El fet de tenir un origen en una companyia determinada (Toyota), i amb una cultura diferenciada, la japonesa, fa que hi hagi una sèrie de barreres a la seva adopció, que han estat recollides i que, com és lògic, no són exclusives del *lean*, sinó que es donen davant de qualsevol canvi organitzatiu important.

Una altra lectura és la que diu que precisament aquest soroll que ve donat pel punt de partida –els prejudicis-, fa que no sigui fàcil la implantació de qualsevol metodologia, i per tant condiciona un sistema productiu. Aquest fet, unit al propi origen cultural també de la metodologia, fa que es creïn petites barreres per a la seva incorporació.

Barreres a la incorporació del lean

S'han recollit (Poksinska, 2010) aquestes barreres, que lògicament no són exclusives del *lean*, sinó de qualsevol canvi de pes:

- La primera gran barrera descrita és simplement el fet de poder convèncer als professionals que es pot implementar una metodologia de treball a la seva organització. De fet, la reacció habitual és argumentar que el producte o servei amb el que tracten és molt diferent i que en el seu sector o organització tenen una manera de treballar i funcionar completament diferent i única.

Aquesta barrera es pot vèncer mitjançant la formació i sobretot amb l'exemple. És important en aquest punt fer èmfasi dels possibles beneficis.

- La segona barrera és la pròpia formació. Normalment a les organitzacions, quan comencen, hi ha poques persones que tinguin coneixements i experiència en els principis, mètodes i eines *lean*. Hi ha una manca de personal qualificat per poder formar sobre *lean* en aquests sectors. A més a més, els formadors solen provenir amb un coneixement empíric propi, creant distància pel llenguatge i els exemples donats. Tot això fa més difícil per als professionals acceptar algunes idees i obliga a requerir més temps per poder assimilar la formació.

- La tercera barrera és la manca d'una focalització clara en el client, que és un dels principis bàsics del *lean*. El terme client no és fàcil de definir en algunes ocasions ja que en aquest és difús, llunyà, o en els cas de serveis interns difícil de definir. Sovint hi ha un client primari, però amb aquest client usualment no es comunica directament. Independentment d'això, dins d'un mateix producte o servei intervenen, en moltes d'aquestes fases, moltes altres persones a les que també hauríem d'anomenar clients (directius, altres centres o unitats, recerca...). A això cal afegir, en el cas de grans organitzacions, a la pròpia societat i al govern com a client. Aquesta ambigua definició de client fa que no sempre sigui possible trobar el valor d'una manera fàcil.

- En organitzacions molt grans un altre factor percebut com a barrera és la pròpia estructura organitzacional, usualment molt basada en el poder de departaments, unitats o entitats, on la competència recau en els professionals d'aquestes unitats. La cultura *lean* requereix treball en equip, col·laboració i una molt bona comunicació, aspectes que tradicionalment no s'han emfatitzat entre els diferents departaments.

- Finalment, una altra barrera en organitzacions grans són les iniciatives top-down, ja que aquestes són vistes com a imposicions, i és difícil que arrelin o, fer-ho, suposa molt més temps.

Així doncs, els estudis remarquen que tots aquests punts esmentats han de ser considerats durant la creació del model de transformació *lean*. És important destacar que aquest model de transformació *lean*, pot donar a lloc a sistemes de producció contingents, i temporals, de transició. Això no significa que puguin ser considerats sistemes de producció *per se*, sinó passes intermitges. (Bartezzaghi, 1999)

Aquest punt és important ja que cal diferenciar l'objectiu i la voluntat – el sistema de producció a estudiar-, del moment en el model de transformació –el que realment succeeix en aquell moment-. I això caldrà tenir-ho en compte alhora d'interpretar les respostes a les entrevistes, per no confondre el que s'està fent a les plantes ara, amb el que es el disseny del sistema de producció.

L'experiència demostra que l'existència d'aquestes barreres obliga, si es pretén fer una aplicació exitosa, a una adaptació pròpia de les metodologies a cadascun dels àmbits.

En conseqüència, en la implantació *lean*, cal analitzar aquestes barreres, resumides a la taula 16.

Percepció de sector únic i diferent
Formació/Formadors allunyada de la realitat del sector/organització
Valor de client no clar
Estructures en illes
Iniciatives top-down

Taula 16. Barreres per a la implantació de *lean*, basat en (Poksinska, 2010)

Hayes i Pisano (1994) de la Harvard Bussiness School reflexionen sobre els fracassos i dubtes d'algunes d'aquestes iniciatives, així com del debat que porta associat, sobre qui té la responsabilitat del no-èxit: els defectes del propi programa o sistema, o el management que el condueix. Els autors detecten i proposen (Hayes i Pisano, 1994) un canvi de visió de purament adoptar eines de producció, a adaptar eines de producció, seguint una estratègia, implementant una cultura, que cal definir segons uns requeriments i unes necessitats.

Aquest mateix canvi de visió en els sistemes productius el proposen Womack i Jones (Womack i Jones, 1994). En aquest article afirmen que aplicar les tècniques *lean* a cada una de les activitats no és el final del trajecte; que cal unir aquestes activitats en un flux de valor que requereix un nou model organitzatiu: la companyia *lean*, en contraposició de la producció *lean*.

Conegudes les barreres, és important incorporar en els sistemes de producció *lean*, la manera de "adoptar-ho", per poder tenir un èxit assegurat i sostenible en el temps. És a dir, aconseguir que l'organització i els professionals que la integren facin el que es coneix com a canvi cultural. Per a realitzar-ho Womack i Jones (1996) proposen identificar almenys un agent del canvi en l'organització i posteriorment adoptar la metodologia descrita anteriorment.

Contingut a la figura de l'agent del canvi. Per fer-ho es varen seguir les recomanacions recollides per Armenakis i Bedeian (1999), que després de revisar la literatura van proposar (a la següent taula) una sèrie de fases amb accions concretes a realitzar per part d'aquest agent del canvi, i per a cada un dels estadis d'adopció del canvi, així com la manera com havia de ser el seu progrés.

	Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**
Fases dins de les quals l'agent del canvi actua:	• Desbloquejant • Preparació • Comunicació/ Urgència/ Coalició/ Visió • Pla/ Comunicació/ Acceptació • Necessitat/ Visió/ Diagnosi/ Recomanacions	• Moure • Adoptar • Empowerment/ Guanys/ Consolidació • Canvi/ Consolidació • Pilot/Preparació/Desplegament	• Congelació • Institucionalització • Institucionalització • Institucionalització • Mesura/ Reforçament/ Refinament
Etapes a través de les quals els objectius del canvi evolucionen:	• Negació/ Resistència • Anticipació/ Confirmació	• Exploració • Culminació	• Compromís/ Conseqüències

Taula 17. Armenakis i Bedeian (Organizational Change , 1990, fig1).

Pokinska (2010) descriu els factors que contribueixen a l'èxit de l'agent del canvi i es va considerar adient seguir-los en el cas descrit:

Primer: L'agent hauria de buscar la implicació i la participació dels professionals en els processos de millora atès que els professionals són els experts en el seu propi treball. La seva involucració permet d'una banda poder usar els seus coneixements, habilitats i experiències professionals i, d'altra banda, seran menys reticents a implementar les seves pròpies idees, en comptes de ser forçats a implementar les d'altres.

Segon: És necessari formar les persones abans de fer qualsevol canvi. És essencial donar habilitats i responsabilitat als professionals, perquè en tot moment puguin tenir la iniciativa de fer les millores per si mateixos, col·laborant amb l'agent del canvi. Formar no és només ensenyar tècniques i eines, si no aprendre una nova manera d'utilitzar les seves pròpies habilitats i creativitat, perquè puguin sentir el canvi i ser protagonistes.

Tercer: Tenir un suport molt fort per part dels managers a tots els nivells, especialment de l'alta direcció. És molt important que els alts directius mostrin el seu interès en la implementació de manera freqüent, prestin atenció als resultats i proveeixin els petits recursos necessaris.

3. Plantejament dels objectius i enunciat de les proposicions

a. Objectius

Com ja s'ha exposat anteriorment al capítol primer, fem menció un altre cop que l'objectiu principal de la tesi és analitzar l'evolució al llarg del temps i la similitud dels sistemes de producció de fabricants d'automoció.

Per tal d'assolir l'objectiu principal, es plantegen uns objectius previs, que es van assolint al llarg de la tesi:

1. Estudiar l'estat de l'art dels sistemes de producció, i els mecanismes que influeixen en la seva evolució, amb l'objectiu de delimitar els sistemes de producció a estudiar.
2. Estudiar el concepte de *lean* en la literatura i les seves diferents accepcions.
3. Estudiar l'estat de l'art dels sistemes de producció lean, i especialment de la literatura en relació a comparatives entre sistemes realitzades, o revisions de la literatura al respecte. Amb l'objectiu d'obtenir una definició, uns paràmetres, unes característiques i unes especificacions acceptades per assolir un model únic.
4. Estudiar els diferents Sistemes de Producció de les companyies fabricants de vehicles, obtinguts a la tesi, sota els paràmetres del punt anterior.
5. Analitzar els dos punts anteriors, i inscriure les diverses especificacions de la literatura i els sistemes de producció aportats en un un o diversos models de sistema de producció, i validar-ho.

b. Proposicions

Un cop situat i establert el context, podem plantejar les qüestions relacionades amb aquesta investigació. Sigui quina sigui la metodologia escollida (Yin, Application of Case Study Research - Design and Methods, 1993), una especificació clara permetrà orientar, i de la mateixa manera limitar, el camp d'investigació, i obtenir un fil conductor.

Aquesta secció perfila el nucli, o gran idea, de la investigació. Les preguntes específiques sobre les que es recolliran les dades per tal d'utilitzar-les en la metodologia de la investigació i extraure'n les conclusions que corresponguin, tot contrastant les proposicions de partida.

Les proposicions han de ser formulades en termes inequívocs, és a dir, que no duguin a males interpretacions per a poder dissenyar els experiments que possibilitin el seu contrast. Les seves característiques són la claredat, verificabilitat, especificitat i comprovabilitat (Yin, Application of Case Study Research - Design and Methods, 1993))

Tal i com s'ha descrit en el problema d'investigació, el punt de partida és la existència d'un conjunt de sistemes de producció, dels fabricants d'automòbil, basats tots ells en el *lean management*, sense conèixer a priori si responen realment a un model únic d'adopció del *lean*.

Aquesta es pot desglossar en altres que comportin un major nivell de detall, per tal de poder ser utilitzades amb més aprofundiment i contrastar-les millor. Així es pretén suggerir unes proposicions que puguin ser provades, més endavant, per dades a gran escala.

Així doncs, Partirem de les següents proposicions com a base per a la investigació:

> Als programes de formació i manuals d'aplicació de *lean* s'ensenyen una sèrie de termes i eines bàsiques. Aquestes metodologies van des de l'adopció del client com a punt d'enfoc, fins al ús del Value Stream Map, l'A3, la estandardització, i tot un conjunt de tècniques., algunes d'elles relacionades externament com el TPM i el TQM,
>
> Però, és evident, no tots els programes, formadors, o autors tenen el mateix contingut curricular, o ensenyen el mateix, de la mateixa manera, i amb el mateix enfoc. I es podria dir que fins i tot de manera discrepant. De la mateixa manera, els consultors o els senseis (mestres), no apliquen les mateixes eines o metodologies, o de la mateixa manera, i això succeeix tant si la seva formació ha estat acadèmica o simplement pràctica.
>
> Així doncs, per a poder identificar aquest conjunt d'eines/tècniques, es proposa exposar en forma teòrica l'adopció de *lean* management a partir del treball —en aquest sentit— de diversos autors reconeguts, fent un especial èmfasi en els aspectes que comprèn, i la cronologia proposada per a la adopció. Això comportarà enumerar els aspectes, eines i pràctiques que els autors observen en els sistemes de producció *lean*. Així doncs, hom fa la següent proposició:

P1: Malgrat el nombre d'eines *lean*, hi ha un conjunt d'aquestes eines que caracteritzen qualsevol sistema de producció *lean* de la literatura.

Entenem que els Sistemes de producció basats en *lean* management, han estat profusament estudiats des del TPS fins al darrer sistema de qualsevol organització, tant en les seves eines/tècniques com en els diferents resultats. Fent que els seus continguts siguin coneguts. Tot i que a vegades la mateixa eina o tècnica tingui noms diferents, a partir de la definició que en fa la literatura dels seus continguts i aspectes es pot comprovar la adherència amb que es descriuen i s'executen els termes propis en els sistemes de producció de les empreses fabricants de vehicles.

Al haver estudiat els autors de la literatura al TPS com a origen, i al haver-se emmirallat les organitzacions en Toyota a l'hora de definir els seus sistemes de producció, seria congruent que els sistemes de producció obtinguts de les companyies fabricants de vehicles s'entrecreuin. Així hom espera que sigui certa la següent proposició:

P2: Les companyies comparteixen les mateixes eines i tècniques en els seus sistemes de producció.

L'aplicació pràctica del *lean* no és pot fer de qualsevol manera. Hi ha unes passes que van davant de les altres. Així que els aspectes clau i les raons del per què d'aquests aspectes que són claus, el que vindria a ser el component cultural, són semblants.

Respecte aquesta proposició es proposa constatar el grau de convergència i divergència de diferents versions del sistema de producció. I com comparteixen un conjunt d'assumpcions i prescripcions, o per altra banda com constitueixen una estratègia diferenciada, aportant quelcom diferent. Així hom fa la següent proposició:

P3: Les companyies comparteixen els mateixos termes culturals en els seus sistemes de producció.

L'adopció, i promoció, dels mateixos estàndards ISO per part de la indústria de l'automoció en general, el relativament petit nombre de fabricants, i la externalització cada cop més acusada, fan que la indústria automobilística sigui candidata nata a una convergència en tots els aspectes (innovació, producte, tecnologia, fabricació).

És un sector a on la velocitat de propagació és molt alta. Tant per una innovació (l'ABS o l'airbag per exemple) que és ràpidament adoptada, com per un sector (els crossovers) que és ràpidament imitat, o un producte (vehicle híbrid) que és ràpidament replicat. I a dins de les plantes es pot dir el mateix amb l'adopció ràpida de tecnologia (IT, tall per làser, embotició en calent...).

Tanmateix, la creació de joint-ventures i plataformes comunes propicien un ús de sistemes compatibles i comuns.

Per altra banda les necessitats i la història de cada organització és totalment diferent, quasi bé a nivell de cada planta. De fet l'ús per a la implantació *lean* de llocs pilot fa que les solucions siguin ad hoc, i per tant diferents.

La gran quantitat de recursos disponibles fa que la simple còpia entre organitzacions no sigui convenient, podent perfectament, desenvolupar un sistema adaptat a les necessitats

I, finalment, l'orgull de cada organització y la competitivitat del sector, fan que sigui difícil acceptar solucions no pròpies.

Per poder determinar l'equivalència s'estudiaran els sistemes provinents d'empreses i companyies d'arreu del món, amb el criteri adoptat que es consideri *lean* o ells mateixos s'autoanomenin *lean*, o que el sistema inclogui certes definicions o pràctiques acceptades com a *lean.*

Amb la intenció de validar un model o models mínim que comprengui i expliqui la resta de sistemes aportats es comprovaran detalladament aquests, amb la dissecció minuciosa que en fa la literatura de cada un dels seus aspectes, per buscar una radiografia completa que posicioni la situació actual del *lean* management, i que s'espera que respongui afirmativament a la següent proposició:

P4: Tot i ser sistemes de producció propis i únics per a cada companyia, els diferents sistemes de producció responen sistemàticament al definit com a model *lean*.

Els fabricants d'automòbil, i de fet qualsevol organització, si vol adoptar el model de sistema de producció albirat en el TPS/*lean*, té dues grans vies per a fer-ho. Crear-lo a partir de la literatura i coneixements existents per si mateixos, mitjançant una empresa externa, o a través de contractar directament el talent de Toyota, o d'algú format a Toyota. I la literatura també és conseqüència del estudi, en darrera instància, de la pràctica del cas de Toyota.

Per altra banda, la gran revolució que han suposat les TIC, i el progressiu trasplantament de la metodologia d'un àmbit local japonès a un d'aplicació global, juntament amb els canvis sociològics fan que els sistemes s'adaptin a noves realitats. Tant el fordisme, com el toyotisme van sorgir fruit d'una necessitat. Noves necessitats poden portar a nous models.

Però es dona el cas que aquella necessitat de Toyota: produccions variades i ajustades a les necessitats dels clients, poca disponibilitat financera, és la que avui en dia afronten la majoria de fabricants Així que sense una necessitat diferent a la que respondre, el model no és diferent, encara que la seva aplicació si que ho pugui ser.

L'ús de termes i estructures, com pot ser el propi terme *lean*, fins i tot aliens a Toyota, però molt presents a la literatura, i als propis sistemes de producció, fa pensar en una comunalització en el desenvolupament pràctic dels sistemes de producció.
A més la popularització de la metodologia en les universitats i escoles de negoci, a on s'ensenya i forma, és a través bàsicament d'una literatura i continguts comuns.

Així hom espera que aquesta proposició sigui certa:

P5: Els Sistemes de Producció, tant si provenen d'un mateix model o de diferents, es mouen cap a la convergència.

c. Metodologia de la investigació

Segons Perry (1996) la metodologia utilitzada per a la recopilació i tractament de les dades, ha de cobrir els propòsits de les tesis, i conduir el procés per a donar resposta a les qüestions plantejades en la investigació i les seves proposicions, i donar perspectiva als fenòmens estudiats.

Per a poder analitzar la caracterització i evolució dels Sistemes de Producció basats en el *lean* Management, s'ha utilitzat com a fonts revistes indexades, documents acadèmics, llibres, actes de conferència, memòries acadèmiques, entrevistes amb experts de dins les organitzacions, i documentació interna o pública de les pròpies organitzacions.

El mateix Perry (1996), recomana que la metodologia cobreixi:

- Els termes del problema d'investigació i la revisió de la literatura.
- La unitat d'anàlisi i els subjectes o fonts de dades
- Els instruments o procediments per a la recopilació de les dades, incloent com es mesura la variable depenent.
- L'administració d'instruments o procediments per a la recopilació de les dades, índex de resposta, dates, protocols de recollida, de manera que la investigació sigui confiable, això és, que es pugui repetir.
- Les limitacions de la metodologia dins el marc mostral.
- Els tractaments especials de dades abans de ser analitzats, o precisament per a poder ser analitzats.
- El programari utilitzat per analitzar les dades, així com les justificacions per al seu ús.
- Els aspectes ètics.

Dins els aspectes metodològics més rellevants d'aquest treball, destaca el caràcter descriptiu i exploratori de la investigació, i l'estratègia emprada d'estudi múltiple de casos.

Yin (1993), descriu dues formes d'investigació, la quantitativa i la qualitativa. La primera és aquella en la qual es recullen i analitzen dades quantitatives sobre variables, i estudia l'associació o relació entre aquestes. La qualitativa no prima la quantificació, i estudia l'associació o relació entre variables en contextos estructurals i situacionals. Aquesta darrera és l'emprada, per ser una estratègia rigorosa, i capaç de satisfer tots els objectius d'aquesta investigació.

Més que un simple estudi de casos, l'estratègia que de fet s'empra és l'estudi múltiple de casos, a causa de la necessitat d'estudiar a diferents organitzacions. L'estudi de cas, és una estratègia d'investigació plural, que pot utilitzar un mètode quantitatiu o qualitatiu, o combinar-los, així com utilitzar tipus de recerca exploratòria, explicativa o descriptiva, (Yin, 1994).

La present investigació és de tipus qualitatiu, encara que per al disseny de la mateixa, es van emprar recursos quantitatius. Yin (1994) comparteix que una investigació qualitativa, pot contenir tanta informació quantitativa com qualitativa, convertint-se en avantatge com a fonts complementàries, i donar consistència als resultats.

El principal mètode de recol·lecció de dades és l'anàlisi de la documentació directe de l'organització i l'entrevista personal amb els diferents experts interns, realitzades entre octubre de 2011 i octubre de 2015.

Per tot el qual la recerca es composarà de les següents fases, algunes de les quals han estat portades a terme en la primera part de la tesi:

- Analitzar la literatura per tal de determinar el model de gestió que millor s'ajusti als sistemes de producció *lean*. Per a això es compararan i confrontaran les diferents definicions de *lean* seleccionades, amb les característiques, llistes d'eines, i pràctiques que comprenen els sistemes basats en *lean*.

- Seleccionar un panell d'empreses i confrontar els seus sistemes de producció amb aquest model; a partir d'aquí caldrà analitzar quin conjunt és comú, i si es poden definir nivells, o tendències diferents. Es tindrà en compte com a sistema de producció, tant el que les empreses considerin que s'ha de fer, a través de l'estudi dels manuals teòrics, com el que realment acabin fent o interpretin en un moment concret, interpretant-ho a través d'entrevistes i la incorporació d'un panell d'experts.

- Analitzar la literatura, per identificar els errors, problemes, dificultats en l'adopció del *lean* i les propostes per superar aquests inconvenients i, a partir d'aquí, investigar com es reflecteix als sistemes de producció de les diferents empreses el fet d'haver sofert aquests problemes i haver-los afrontat.

- Com a conclusió d'aquesta investigació, s'haurà d'establir si existeix una manera única d'adoptar el *lean*, un model contingent, a partir de les propostes de la literatura i dels sistemes productius de les empreses actuals, basant-nos en els paràmetres dels dos punts anteriors. Amb tot això, la recerca ha de concloure amb la identificació del model o models, i/o veure si explica les diferències entre les diferents empreses, i veure cap a on convergeixen els sistemes de producció.

- Per tal d'obtenir un resultat complet d'aquesta recerca, finalment, s'haurà d'establir si hi ha una correlació en el temps, entre els diversos sistemes productius, i definir, si existeixen, les diverses estacions (o parades estables) del recorregut *lean*, en aquest mateix model de Sistema de Producció *lean*.

Des d'aquesta obra es destaca l'alta qualitat de la informació subministrada pels documents aportats ja que en els mateixos convergeixen de primera mà tant els objectius dels sistemes de producció, els pilars i principis sobre els que es sustenta, com les implicacions tècniques de la seva aplicació.

Les esmentades entrevistes es van dur a terme amb posterioritat per poder perfilar i aclarir els documents recollits.

Per expressa voluntat dels fabricants d'automòbil, els documents originals dels sistemes de producció emprats, s'han de mantenir de manera confidencial i no pública, podent ser pública la seva descripció.

La recerca és de tipus qualitatiu, encara que per al seu disseny, van ser emprats recursos quantitatius. El maneig de la informació és dut a terme en el paquet estadístic Minitab, i fulls de càlcul de Microsoft Excel.

Per a la validació de les dades i els models de discussió, s'ha emprat l'ús de un focus grup d'experts en metodologia *lean*, i en recerca. Aquesta metodologia contribueix tant a la tasca de validar dades i proposicions, com per definir de manera més precisa les limitacions del present estudi.

Gran part de la feina d'aquesta obra ha consistit en la recopilació d'aquests sistemes de producció i el seu context. Feina que s'ha pogut fer gràcies a la proximitat que el lloc de treball actual m'ha proporcionat respecte aquestes companyies, i als contactes que els companys de la xarxa mundial de la *lean* Global Network han facilitat i compartit.

d. Delimitacions de l'abast i assumpcions importants

El criteri primari adoptat per seleccionar les empreses, és que aquestes fossin del sector de l'automoció, com a sector reconegut per la seva àmplia implementació tant en extensió en el sector com en antiguitat respecte a la resta de sectors. D'aquest sector es seleccionarà el major nombre possible de constructors d'automòbils fins a constituir una majoria de mercat, més del 50%, d'entre les companyies que lideren les vendes mundials de vehicles.

Lloc	Productor	2014	2013	%productor	%acumulat
1	Toyota	10,5	10,3	12%	12%
2	Volkswagen	9,9	9,4	11%	22%
3	GM	9,6	9,6	11%	33%
4	Hyundai	8,0	7,2	9%	42%
5	Ford	6,0	6,1	7%	48%
6	Nissan	5,1	5,0	6%	54%
7	Fiat	4,9	4,7	5%	59%
8	Honda	4,5	4,3	5%	64%
9	Suzuki	3,0	2,8	3%	68%
10	PSA	2,9	2,8	3%	71%
11	Renault	2,8	2,7	3%	74%
12	BMW	2,2	2,0	2%	76%
13	SAIC	2,1	2,0	2%	79%
14	Daimler	2,0	1,8	2%	81%
	resta	15,6	14,9	17%	98%
	TOTAL	**90,7**	**86,9**	**100%**	**100%**

Taula 18 producció per productor dels anys 2013 i 2014. Font OICA (Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles)

Per seleccionar les companyies incloses dins el treball, el criteri adoptat —tal i com ja s'ha dit— és que elles mateixes s'autoanomenin *lean*, o que el sistema inclogui certes definicions o pràctiques acceptades com a *lean*.

A la taula 1la Taula 12 es detallen les companyies que encapçalen el llistat de constructors, i que en documents públics defineixen el seu sistema productiu com a *lean*, o amb característiques acceptades com a *lean*.

4. Metodologia d'investigació

Aquest capítol desenvolupa l'enfocament metodològic portat a terme en la present tesi doctoral. Es presenta la metodologia utilitzada, eines i, els mètodes de recollida i anàlisi de dades. Es comenten alguns avantatges i limitacions dels mètodes escollits per a la solució de la tesi.

En aquesta secció es presenta la metodologia emprada en la present tesi doctoral. En aquest cas consisteix en les següents fases:

a) Introducció
b) Disseny de la investigació.
c) La recol·lecció de dades, que es va dur a terme a través d'un treball de camp mitjançant:
    1. La revisió de la literatura,
    2. L'obtenció dels manuals dels sistemes de producció directament de les pròpies empreses constructores d'automòbil, i entrevistes amb persones directament vinculades al programa dels sistemes de producció.
    3. L'utilització del focus group d'experts.
d) La seva posterior anàlisi qualitativa.
e) Resum.

a. Introducció

El propòsit de la investigació és analitzar l'evolució al llarg del temps i la similitud dels sistemes de producció dels fabricants d'automòbils. Per al compliment del propòsit, s'han fixat una sèrie de proposicions a avaluar (vegeu el capítol 3), les quals donaran sentit i validesa a la investigació.

Per començar en el camí de la investigació, cal que l'investigador s'iniciï en els primers antecedents del paradigma seleccionat, i conèixer i tenir en compte l'existència del conjunt de coneixements ja acumulats per altres investigadors. En l'execució del projecte s'han de complir amb unes determinades etapes i tasques, com ara la preparació del marc de la subpoblació, l'elaboració d'instruments que es faran servir en la recol·lecció de la informació , la revisió de la informació, i la recollida i codificació d'aquesta. També s'ha de dissenyar un pla d'anàlisi d'acord amb els objectius de la investigació, preparar l'estructura de l'informe, analitzar, interpretar els resultats, i redactar l'informe.

b. Disseny de la Investigació

En aquest apartat s'exposarà la metodologia d'investigació desenvolupada en la present tesi per assolir el propòsit exposat. La metodologia és com un cos de procediments i regles, que es dota d'un marc lògic i d'unes limitacions prèvies. Els mètodes apropiats per a un camp d'estudi són variats, l'elecció d'un o de l'altre, dependrà de les limitacions de la investigació i de la qüestió que necessiti ser resposta. Per (Robson, 2002), un disseny de metodologia correcte ha de tenir en compte els aspectes enumerats a continuació:

i. Identificació del motiu de la investigació
ii. Selecció de l'estratègia de recerca
iii. Selecció del tipus d'investigació
iv. Mètode de recollida de dades
v. Anàlisi de dades i avaluació

i. Identificació del motiu de la investigació

Robson (2002), classifica els motius de la recerca en:

- **La investigació descriptiva**, té com a objectiu conèixer les situacions, costums i actituds predominants a través de la descripció de les activitats, objectes, processos i persones; per això, requereix d'un profund coneixement de la informació a ser investigada. La investigació descriptiva, busca trobar la representació d'una situació determinada i, la seva meta no es limita a la recol·lecció de dades, sinó a la predicció i identificació de les relacions que existeixen entre variables.

- **La investigació exploratòria** és adequada quan el tema a investigar ens és desconegut, o quan el nostre coneixement és imprecís que ens impedeix concloure quins aspectes són rellevants i quins no. Aquest tipus d'investigació, busca trobar què és el que està succeint, generalment emprant estudi de casos i/o enquestes. Habitualment, però no necessàriament, són estudis de tipus qualitatiu.

- **La investigació explanatòria** busca una explicació o aclariment d'una situació o problema, i l'experimentació és recomanada com a mètode per a la recollida i el tractament de dades. La investigació pot ser tant quantitativa com qualitativa.

Basat en els paràgrafs immediatament anteriors, aquesta investigació és de caràcter descriptiu i exploratori, retrata un perfil de successos i situacions i, a més de requerir d'un profund coneixement previ de la situació a ser investigada, busca noves percepcions i què és el que està passant.

ii. Estratègia de recerca

Robson (2002), categoritza les estratègies en tres grups principals, l'experimentació, l'enquesta i l'estudi de casos. Afegeix que per aquells propòsits d'investigació, que no poden ser aconseguits amb cap de les anteriors estratègies, s'empren les anomenades estratègies híbrides, en alguns casos, les úniques estratègies favorables per complir amb els requeriments d'una investigació. A la següent taula, es pot observar la descripció i trets típics que identifiquen els tres tipus d'estratègies d'investigació.

Estratègia	**Característiques**		**Aplicació**		
	Descripció	Trets característics	Tipus de qüestió d'investigació	Requereix control dels events?	S'enfoca sobre events actuals?
Experimentació	Mesurar els efectes de manipular una variable sobre una altra variable	• Selecció de mostres individuals de poblacions conegudes • Assignació de mostres a diferents condicions experimentals • Introducció de un canvi planificat a una o més variables • Medició d'un nombre petit de variables • Habitualment inclou un test d'hipòtesis	Com Per què	Si	Si
Enquesta	Recollida d'informació en un format estandarditzat sobre grups	• Selecció de mostres de poblacions conegudes • Recollida de quantitats de dades relativament petites, de cada unitat, de forma estandarditzada. • Habitualment s'usen qüestionaris o entrevistes estructurades	Qui Què On Quants Quan	No	Si
Estudi de casos	Desenvolupament de coneixement detallat i profund sobre un nombre petit de casos relacionats	• Selecció d'un cas particular (o grup petit de casos relacionats) de una situació, assumpte, individu o grup d'interès • Estudi del cas en el seu context • Recollida de informació mitjançant un rang de tècniques de recollida de dades que inclouen la observació, entrevistes i anàlisi de documents.	Com Per què	No, o a molt baix nivell	Habitual-ment, però no necessàriament

Taula 19. Descripció i trets que identifiquen tres tipus d'estratègies d'investigació. Parcialment basada en Oyarbide (2003)

Robson (2002) i Yin (1994), asseguren que l'elecció d'una o altra estratègia, dependrà directament de les qüestions de la recerca, del grau de control que es tingui sobre els successos i de l'enfocament en successos presents o passats.

Les qüestions a les que es dóna resposta a la investigació són del tipus com o què? i s'empra per a aquest objectiu l'estudi de casos, fent ús de les dades proporcionades pels manuals com a

principal mètode de recol·lecció de dades i de l'entrevista com a mètode secundari. L'interès de l'autor és provar les proposicions plantejades mitjançant l´ús de la documentació directa i de l'entrevista, estratègies que s'adapten a les necessitats d'aquesta investigació.

Més que un simple estudi de casos, l'estratègia que s'empra és l'estudi múltiple de casos, a causa de la necessitat de portar l'estudi a diferents organitzacions. L'estudi de cas, és una estratègia d'investigació plural, que pot utilitzar un mètode quantitatiu o qualitatius, o combinar-los, així com utilitzar tipus de recerca exploratòria, explicativa o descriptiva, (Yin, 1994). Segons Yin, l'estudi de cas, ha estat considerat com una estratègia suau d'investigació, però alhora la més difícil de portar a terme per l'amplitud, per la qual cosa els documents sovint són massa extensos. Atribueix grans avantatges al mètode d'estudi de casos, assegurant que és una metodologia rigorosa que és capaç de satisfer tots els objectius d'una investigació, que fins i tot poden analitzar diferents casos, amb diferents intencions.

iii. Tipus d'investigació

Hi ha dues formes d'investigació, la quantitativa i la qualitativa (Yin, Application of Case Study Research - Design and Methods, 1993). La primera és aquella en la qual es recullen i analitzen dades quantitatives sobre variables, i estudia l'associació o relació entre aquestes. La qualitativa evita la quantificació, i estudia l'associació o relació entre variables en contextos estructurals i situacionals.

Usualment es relaciona la investigació quantitativa amb les enquestes i l'experimentació, i la investigació qualitativa, amb l'estudi de casos. La present investigació és de tipus qualitatiu, encara que per al disseny de la mateixa, es van emprar recursos quantitatius. Yin (1994) comparteix que una investigació qualitativa, pot contenir tanta informació quantitativa com qualitativa, sent això un gran avantatge, ja que les dues fonts són complementàries i ajuden a donar consistència als resultats.

iv. Mètode de recollida de dades

1) Revisió de la literatura

La revisió de la literatura i estat de l'art, s'ha fet a partir dels articles i llibres sorgits de les cerques als motors de cerca de publicacions científiques, així com de les recomanacions del focus group, i dels directors.

S'han utilitzat tant articles publicats, com llibres, com material de conferències o dades disponibles a la xarxa d'Internet.

La revisió de la literatura està enfocada en tres parts:

- La primera, relacionada amb les definicions dels diversos termes generals, com són els sistemes de producció, tant en la seva vessant històrica, com en l'aprofundiment en els mecanismes d'evolució dels mateixos. Altres termes generals contemplats són *lean* management i finalment els sistemes de producció *lean*.
- Una segona part, amb les eines i tècniques generals sobre la producció *lean*.
- La tercera part, conté els termes referits únicament a aspectes relacionats amb els principis i cultura del sistema, els pilars i bases, fetes per tal d'esbrinar l'amplitud de la adopció. En aquesta tercera part, enfocada a cultura, es descriuen els itineraris d'evolució i l'entorn dels sistemes productius operacionals.

2) Recopilació dels Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil

Amb el propòsit d'aconseguir els objectius dissenyats pretesos, s'han centrat els esforços en obtenir la documentació directa de les companyies fabricants d'automòbils, que representin una majoria del mercat, quantificada en vehicles venuts (almenys el 51%).

Productor	Nom del Sistema de Producció	Acrònim	% de vendes mundials de vehicles (2014)
Toyota	Toyota Production System	TPS	12%
Volkswagen	Volkswagen Production System	VPS	11%
GM	Global Production System	GPS	11%
Ford	Ford Production System	FPS	7%
Nissan	Nissan Way	NW	6%
Fiat	World Class Manufacturing	WCM	5%
Renault	Sistème de Production Renault	SPR	3%
Daimler	Mercedes Production System	MPS	2%
TOTAL			**57%**

Taula 20 Companyies fabricants d'automòbils compreses en aquest projecte.

S'ha escollit aquesta subpoblació a investigar, per:

1) Provenir totes les organitzacions del mateix sector i en competència global, per tant organitzacions del mateix tipus.
2) Considerar el sector de la construcció del automòbil, com el que té un recorregut més llarg en l'adopció del *lean* com a sistema de producció.
3) Estar subjectes a un mateix mercat.
4) Comprendre la majoria del sector.

S'han utilitzat tant els documents de fonts directes de les companyies, com les entrevistes, ja que no necessàriament s'ha de seguir un sol mètode, Voss et al. (2002), argumenta que l'ús de diferents mètodes i fonts, ajuda a aconseguir una triangulació, la qual incrementarà la credibilitat de l'estudi.

En la present tesi, el principal mètode de recol·lecció de dades és l'anàlisi de la documentació directa de les organitzacions i l'entrevista personal amb un membre de l'organització amb responsabilitat en el sistema de producció. Es fa ús d'arxius i documents que descriuen els sistemes de producció *lean*, així com llibres, memòries, manuals, auditories, articles de revistes, dades estadístiques, entre d'altres.

Els documents poden no presentar la mateixa estructura, però si ha de poder distingir:

- Primer, aspectes relacionats amb les eines i tècniques generals sobre la producció *lean*, centrades principalment el estandardització, estabilitat, JIT, Jidoka i Millora continua.

- Segon, contenir una representació, Amb els termes referits únicament a aspectes relacionats amb els principis del sistema, els pilars i bases, fetes per tal d'esbrinar l'amplitud de la adopció.

- Tercer, enfocat a la cultura, la informació necessària i adequada per esbrinar la profunditat de l'adopció.

A l'entrevistat se li garanteix total confidencialitat, motiu pel qual no es fa cap referència a cap persona individual.

Productor	Títol de la principal persona entrevistada
Toyota	Toyota Supplier Support senior
Volkswagen	SPS engineer, Audi PS manager
GM	GMS Regional Manager, GMS VP
Ford	Assessor *lean* del comitè direcció
Nissan	Continuous Improvement Engineers
Fiat	Assessor *lean* del cap d'operacions
Renault	Production manager
Daimler	Supply chain improvement senior
Volvo	Plant manager

Taula 21. Persones entrevistades per a cada Sistema de Producció. Elaboració pròpia.

L'entrevista purament personal, es va realitzar en forma directa a experts interns en el sistema de producció, les converses van estar orientades a obtenir respostes i aclaracions que finalment van ser analitzades, avaluades i interpretades. Les dades recollides de les entrevistes, l'anàlisi de documents i el coneixement directe del sistema, finalment van ser triangulats.

3) L'ús del focus group.

Com recullen Juan i Roussos (2010), en el marc d'un re-descobriment del valor de la tècnica, davant d'un excessiu èmfasi en la tradicional investigació quantitativa o basada merament en nombres; la corrent moderna accepta molt més l'auge del qualitatiu, i en molts casos es prefereix la combinació de tots dos paradigmes.

En efecte, l'ocupació dels focus group ofereix un camp més ampli d'informació que altres estratègies de recerca, més quantitatives, amb preguntes tancades ja determinades per endavant. A més, com també recullen Juan i Roussos (2010), la interacció pròpia dels grups de discussió pot generar noves idees o connexions en base a comentaris que en un primer moment podrien semblar atzarosos, i que passarien desapercebuts en models quantitatius de preguntes tancades.

En síntesi, si bé no constitueix la panacea de la investigació, la tècnica del focus group representa un poderós recurs per a la investigació qualitativa, que s'ha emprat en aquest cas com a complement per a una triangulació de les dades obtingudes.

v. Anàlisi de dades i avaluació

A causa de la naturalesa de l'objecte d'aquest estudi, el mètode d'anàlisi més adequat és l'estudi múltiple de casos. En paraules de Yin (1993), "l'estudi de casos, és una investigació empírica que indaga sobre un fenomen en el seu context real", i estableix que no hi ha cap fórmula considerada com la millor manera de realitzar l'anàlisi inductiu de dades qualitatives.

En l'etapa de l'anàlisi, s'aconsegueix determinar les diferències i similituds amb la literatura existent al respecte i, tot seguit, s'efectua una anàlisi més profunda, per tal d'interpretar les relacions trobades entre el marc teòric i les dades obtingudes a partir de la investigació en camp.

vi. Validesa i ètica de la investigació.

Segons Yin (1989), perquè un estudi de casos es pugui considerar rellevant, ha de ser rigorós, és a dir, que tingui validesa interna i externa dels conceptes i fiabilitat.

Pel que fa a validesa externa, es refereix al fet que el cas sigui generalitzable, per a aquest punt és important aconseguir una suficient població dels casos dins de l'univers escollit i constatar correlacions entre variables argumentant teòricament, per què hi aquestes relacions. La validesa de la investigació és una de les reflexions més importants que ha de tenir un investigador, té a veure directament amb el procés de recollida i anàlisi de dades, és a dir, amb l'aplicació dels mètodes comunicats en la metodologia.

Pel que fa a la validesa dels conceptes, Yin (1989) fa referència al fet que s'incloguin tots els conceptes que s'han de tenir en compte i que les qüestions que els caracteritzin siguin veritables indicadors del fenomen. En la present tesi, la recol·lecció de dades es va efectuar per mitjà d'una combinació de metodologies (anàlisi documentació i entrevista), i per tant, fent usos de diverses fonts d'informació per tal de guanyar validesa.

La fiabilitat demostra que les operacions d'un estudi, poden repetir obtenint els mateixos resultats, per això, es comuniquen d'una manera clara i detallada, els procediments de recollida i anàlisi de les dades de la present investigació.

Amb la salvetat de la confidencialitat que ha d'existir entre l'entrevistador i l'entrevistat, que impedeix revelar el nom de les persones participants en l'estudi.

c. Recollida de dades

Literatura

Tal i com s'ha descrit, la revisió de la literatura i estat de l'art, s'ha fet a partir dels articles i llibres sorgits de les cerques als motors de cerca de publicacions científiques, així com de les recomanacions dels directors i del focus group.

S'ha utilitzat les bases de coneixement:

- Web of knowledge
- Scopus
- Google scholar

Els termes buscats inclouen els següents, tot i que no només aquests s'han buscat:

Lean, Lean production, Lean management, Lean culture, Lean tools, Lean comparative, TPS, Toyota Production System, Production System, evolution, entre d'altres com a principals..

Tots els termes s'han buscat primàriament en anglès, i posteriorment en castellà i català. Així com termes sinònims. De tots ells, s'ha anat amb cura d'eliminar amb els filtres tots aquells que tenien a veure amb termes nutritius o mèdics (amb un altre ús de la paraula *lean*, ja que significa prim o sense greix), centrant la cerca als camps d'enginyeria i sistemes de negoci.

De tots ells s'han tingut en consideració els 50 primers resultats, així com la primera i segona citació.

Fabricants d'automòbil

L'estudi es va realitzar entre octubre de 2011 i octubre de 2015 mitjançant l'obtenció dels documents i les entrevistes personals amb els diferents experts interns en els sistemes de producció seleccionats. Així mateix, també van exposar les seves opinions, creences, inquietuds i intuïcions sobre aspectes rellevants dels diferents apartats les quals s'emparen en els seus coneixements tècnics i experiència personal en l'exercici del càrrec.

Des d'aquesta obra es destaca l'alta qualitat de la informació subministrada pels documents aportats ja que en els mateixos convergeixen de primera mà tant els objectius dels sistemes de producció, els pilars i principis sobre els que es sustenta, com les implicacions tècniques de la seva aplicació.

Les esmentades entrevistes van ser dutes a terme mitjançant diferents contactes amb posterioritat per acabar de perfilar i aclarir els documents recollits.

Com a suport també s'ha utilitzat diferent material facilitat per la organització sense ànim de lucre *lean* Global Network (LGN). Aquesta organització és una comunitat de líders de pensament *lean,* i professionals amb l'objectiu d'avançar el pensament i la pràctica lean a tot el món. Fundat per Jim Womack i Dan Jones en 2007.

El Focus Group

Finalment, com a darrer punt de la recollida de dades, s'ha utilitzat la metodologia del focus group.

La tècnica del focus group implica tres passos lògics i metodològics centrals. Cada pas posseeix la seva importància relativa i contribueix a la correcta utilització de la tècnica i la interpretació vàlida dels resultats que s'obtinguin.

El reclutament.

El reclutament dels participants ha de cuidar especialment els criteris d'inclusió i exclusió de l'estudi, així com també una distribució equitativa intragrup per a cada focus group. Si no es corre el perill de grups massa homogenis o heterogenis; que no permetin una obtenció mitjanament fiable de dades i l'establiment de certes tendències i reaccions generalitzables a la població en estudi.

En aquest cas, el grup d'experts reclutat per al focus group són els directors científics d'Instituts *lean* de la xarxa mundial *lean* Global Network. S'ha escollit aquest perfil, ja que els diversos instituts *lean*, primer tenen una orientació clara cap a la filosofia *lean*, i en segon terme tenen contacte local amb les plantes d'automoció, són formadors, i per tant coneixen els sistemes de producció.

En aquest grup cal destacar la presència de:

- **Daniel Jones**, president del Institut *lean* del regne Unit, és un dels descobridors de la filosofia *lean* com a Director europeu del MIT International Motor Vehicle Programme, autor de diversos best-sellers del àmbit *lean*, i un dels màxims experts mundials.
- **John Shook**, sensei reconegut dins de Toyota, membre de Nummi i assessor durant la creació del FPS de Ford i el GMS de General Motors. Director durant 10 anys del Japan Technology Management Program de la universitat de Michigan (EUA). A més d'autor de publicacions guanyadores del Shingo prize, i director científic del LEI (*lean* Enterprise Institute).
- **Katariina Kemppainen**, professora d'Operacions i Supply Chain de la Aalto university (Finlandia) i col·laboradora de la universitat RSM Erasmus i de la Hèlsinki School of Economics, i fins l'any passat vicepresidenta d'operacions i millora continua de Nokia/Microsoft.
- **Tomasz Koch**, president del Institut *lean* Polonès, Professor de Management i Enginyeria de la producció de la Wroclaw University of Technology.
- **Rene Aernoudts**, president del Institut *lean* holandès, director del centre *lean* de la universitat de Nyenrode (NL) i Adjunct Assistant Professor de la universitat Virginia Tech (EUA)
- **Jyrki Putkonen**, Ex-director d'operacions de GE Healthcare, i actual director del Institut *lean* finés.
- **Wiebe Nijdam,** director del Institut *lean* holandès, expert en strategy deployment i formador a Volvo durant l'època daurada del volvoisme.
- **Linda Van Driel,** Directora de Operacions de la xarxa de la *lean* Global Network, i Business Development Manager del Institut holandès.
- **Szabolcs Molnar**, president del institut *lean* hongarès.

- **Sergio Caldeirinha,** president de *lean* Academy Portugal, i assessor del clúster d'automoció português.
- **Roberto Ronzani,** director del Institut *lean* italià i cap d'operacions del *lean* Enterprise Center de la fundació de la universitat CUOA. Formador a Toyota.
- **Roberto Priolo,** editor de "Planet *lean*", magazine de la metodologia *lean*, i anteriorment editor de la publicació "*lean* Management Journal".
- **Richard Kaminski,** Ex-director del clúster "Automobile région Centre" francès, i director del institut *lean* francès.

Nom de l'expert	Posició destacada	País
Jyrki Putkonen	Ex-director operacions GE healthcare	Finlandia
Katariina Kemppainen	VP operacions i m. continua Nokia/Microsoft Professora Aalto university	Finlandia
Richard Kaminski	Ex-director del "Automobile région Centre"	França
Roberto Ronzani	Dtor. Institut *lean* Itàlia. Formador a Toyota.	Itàlia
Szabolcs Molnar	President Institut *lean* Hongria	Hongria
René Aernoudts	President Institut *lean* Holanda Director centre *lean* de la Nyenrode university.	Països Baixos
Wiebe Nijdam	Director Institut *lean* Holanda Formador a Volvo en volvoisme	Països Baixos
Linda van Driel	Directora operacions de la LGN	Països Baixos
Tomasz Koch	Professor a Wroclaw University of Technology President Institut *lean* Polònia	Polònia
Sergio Caldeirinha	President *lean* Academy Portugal	Portugal
Roberto Priolo	Editor Planet *lean* i *lean* Management Journal	UK
John Shook	Director Japan program a U. Michigan Manager i Sensei Toyota Guanyador Shingo prize	Estats Units
Daniel Jones	Co-descobridor del *lean* Autor de best-sellers *lean*	Regne Unit

Taula 22. Resum d'experts del focus group. Elaboració pròpia.

La moderació.

El segon pas consisteix en la moderació, és a dir, el focus group pròpiament dit. Com es va avançar prèviament, el context espacial de l'activitat és summament important. En aquest cas el focus group s'ha fet en dos parts i grups:

- 17 de novembre de 2015, a Birmingham (Anglaterra), en el context del congrés *lean* transformation summit UK.

- 16 de desembre de 2015, a Zeist (Països baixos), en el context de la trobada europea *lean* 2015 fall.

El focus group ha consistit en una explicació de la tesi, s'ha proveït del context necessari de les taules d'eines, principis i cultura, model de la discussió, i s'ha realitzat el focus group repassant els elements presents a la discussió i les quatre proposicions (traduïts al anglès). Finalment s'ha proveït una còpia de les taules descrites, així com de les quatre proposicions per tal d'obtenir les seves conclusions de la discussió. A més del àudio i de les notes del moderador.

La confecció de l'informe.

La destresa del moderador requerida també afecta la confecció de l'informe, tercer pas en el procés de tot focus group. La confecció de l'informe ha de respondre a qüestions prèviament establertes i que generalment són el motiu de la realització del focus group.

Els materials a partir dels quals es confecciona l'informe són clàssicament les gravacions dels focus group realitzats. No obstant això, el caràcter qualitatiu de la tècnica també atorga importància a les impressions que el moderador va obtenir durant els grups, el que fins i tot pot aportar la informació més valuosa, ja que implica la interpretació qualitativa de les dades. Les dades a recollir van més enllà de les respostes concretes dels participants i inclouen sobretot la interacció grupal dels temes van ser deslligant, i la seva acceptació de les proposicions. (Juan i Roussos, 2010)

En aquest cas l'informe es troba en el seu apartat del treball en quant a resultats, i enllaçant amb la resta de dades a les conclusions, en les que es fa referència al focus group. Així com les dades recollides en els annexes.

d. Anàlisi qualitativa

Des del punt de vista qualitatiu en la present investigació s'ha provat, seguint a Yin (2011), en primer lloc, que la transparència caracteritzi totes les fases del procés així com tots els elements existents en cada un d'ells. En segon lloc, s'ha estructurat tota l'activitat investigadora des del punt de vista metodològic, conferint prioritat i èmfasi als elements contrastables així com evitant els incontrastables. En tercer lloc, com a última fase, es va procedir a l'anàlisi de les dades obtingudes.

Els punts de la investigació

Les taules dissenyades a aquest efecte consten bàsicament dels següents apartats:

- Llistat d'eines i tècniques, i principis i cultura.
- Esquema d'evolució.

Respecte a l'anàlisi de les eines i principis:

A causa que una gran quantitat de literatura *lean* ha inclòs nombroses pràctiques i principis sota el paraigua de producció *lean* (Pettersen, 2009) i perquè aquesta literatura està lluny de ser concloent sobre quins principis ha d'incloure o no incloure, el marc de referència ha estat desenvolupat en dues premisses.

En primer lloc, assegurar una representació dels principis genuïns del TPS, que per tant siguin poc discutibles. En segon lloc, es va aplicar la llei de la utilitat marginal decreixent; com la cobertura dels principis que representen el TPS i la producció *lean* es va començant a repetir amb l'addició de nous estudis, es va buscar la font primària d'aquests a les publicacions de gran prestigi en el camp. Aquesta estratègia va portar a la inclusió de les contribucions fonamentals recollides a: (Pettersen, 2009), (Shah i Ward, 2003), (Liker, 2004), (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003) i (Moyano-Fuentes i Sacristán-Diaz, 2011)

Respecte a l'esquema d'evolució:

En aquest punt no es busquen situacions estàtiques per a comparar (metodologies, temps, eix eines-cultura, termes col·lectius...), sinó situacions dinàmiques, evolutives, que puguin explicar millor les relacions, com poden ser les diferents etapes de la fulla de ruta *lean*, a partir dels punts de coincidència.

Descartada una evolució només fruit de la història (Hines, Holweg, i Rich, 2004), es segueix l'evolució fruit de l'aplicació de la metodologia o conseqüència de diferents objectius, basant-nos en la proposta de (Nijdam, 2010).

És important destacar que l'objectiu és desenvolupar un marc representatiu amb el qual comparar els sistemes de producció.

i. Anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura.

Per a cada un dels apartats s'han pres com a base i referència la següent literatura:

1. En quant a les eines i tècniques s'han seguit especialment la recopilació de la Taula 10 en que Jostein Pettersen (2009) resumeix les característiques i eines associades a *lean* production segons diferents models presents a la literatura, i segons diferents objectius.

Kaizen/Continuous improvement
Setup time reduction
Just in time production
Kanban/Pull system
Pokayoke
Production leveling (Heijunka)
Standardized work
Visual control and management
5S/Housekeeping
Andon
Small lot production
Time/Work studies
Waste elimination
Inventory reduction
Supplier involvement
Takted Production
TPM/Preventive maintenance
Autonomation (Jidoka)
Statistical quality control (SQC)
Teamwork
Work force reduction
100% inspection
Layout adjustments
Policy deployment (Hoshin kanri)
Improvement circles
Root cause analysis (5 why)
Value stream mapping/flowcharting
Education/Cross training (OJT)
Employee involvement
Lead time reduction
Multi manning
Process synchronization
Cellular manufacturing

Taula 23 Característiques i eines dels Sistemes de Producció Lean. Adaptada de (Pettersen, 2009)

Autor	Objectiu Lean
Ohno	Reducció de costos
Schonberger	Millorar la qualitat i la productivitat
Shingo	Reducció de costos mitjançant l'eliminació de malbarataments
Monden	Eliminar els malbarataments i reduir els costos
Womack & Jones	Fer productes amb un menor nombre de defectes per a desitjos concrets dels clients
Feld	Operacions de producció robustes
Dennis	Orientació al client (d'alta qualitat, baix cost, poc temps)
Bicheno	Reduir els malbarataments i millorar el valor
Liker	Fluxe peça-a-peça

Taula 24. Objectius Lean segons autor. Adaptada de (Pettersen, 2009)

2. En quant als principis i cultura s'han pres com a punt de partida els 14 principis de Toyota (Liker, 2004), i el resum de principis *lean* objectiu de la Taula 11 que apareixen a la literatura que fan Shah i Ward (2003).

Principi	Descripció
La filosofia a llarg termini	
1	Basar les decisions directives en la filosofia de llarg termini, inclús a expenses d'objectius a curt termini.
Els processos correctes produiran peces correctes.	
2	Crear processos de flux continu per fer aflorar els problemes.
3	Fer servir sistemes "pull", per evitar la sobreproducció.
4	Anivellar la càrrega de feina (heijunka). (Treballar com una tortuga, no una guineu)
5	Construir la cultura de parar per resoldre els problemes, per aconseguir la qualitat demandada a la primera.
6	Estandarditzar les tasques és als fonaments de la millora continua i la responsabilització dels empleats.
7	Usar control visual per veure problemes ocults.
8	Usar només tecnologia confiable, usant només la tecnologia ja provada, que serveixi tant al procés com a les persones.
Afegir valor a l'organització a través del desenvolupament de les persones pròpies i socis productius.	
9	fomentar líders que comprenguin totalment el treball, visquin la filosofia i ensenyin als altres.
10	Desenvolupar persones i equips excepcionals que segueixin la filosofia de l'empresa.
11	Mostrar respecte a tota la xarxa de socis i proveïdors donant-los reptes i ajudant-los a millorar.
Resoldre contínuament els problemes des de l'arrel, condueix a una organització a aprendre	
12	Ves i mira per tu mateix per entendre la situació (genchi gembutsu)
13	Pren les decisions amb cura, per consens, considerant totes les opcions, i implementar-les ràpidament.
14	Convertir-se en una organització d'aprenentatge a través de la reflexió implacable (hensei) i la millora contínua (Kaizen).

Taula 25 els 14 principis del TPS (Liker, 2004)

Pràctiques *lean*
eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció)
fabricació cel·lular
benchmarking competitiu
Programes de millora contínua
Força laboral multi-funcional
Reducció del temps de cicle
Fàbrica enfocada a producció
JIT / producció de flux continu
La reducció de tamany de lot
optimització del manteniment
Nous equips de procés/tecnologies
Estratègia Planificació-programació
Manteniment preventiu
Mètrics de la capacitat del procés
Pull / kanban
Programes de gestió de qualitat
Tècniques ràpides de canvi
Reenginyeria procés de producció
Programes de millora de la seguretat
Equips de treball auto-dirigits
Gestió de qualitat total

Taula 26 Pràctiques lean segons diferents autors. Adaptada de (Shah i Ward, 2003)

3. En quant als aspectes culturals dels sistemes de producció, també s'ha pres com a referència el treball de recopilació de la Taula 9 de McLachlin (1997), en el que tracta de resumir els factors descrits en diferents models presents en aquell moment a la literatura per explicar l'èxit (i el no èxit) de les implementacions.

Factor
Formació i Entrenament
Involucració Treballadors
Responsabilitat Treballadors
Flux i reducció de temps d'entrega
Mètrics de rendiment al grup
Assegurament dels llocs de treball
Qualitat
Habilitat als proveïdors per treballar JIT
Treball en equip
Involucració de la direcció

Taula 27 Factors inicials suggerits a la literatura. Adaptada de (McLachlin, 1997)

Es considera que els diferents àmbits objecte de tractament atorguen una visió holística i integradora a la investigació ja que s'ocupen dels tres eixos de què consta la realitat dels sistemes de producció.

Comparativa i Anàlisi

En aquest cas la simple suma d'autors que inclouen una eina, principi o tècnica dins la seva visió d'un sistema *lean* no és suficient, ja que el pes i influència entre els autors és evidentment diferent.

Així s'ha ponderat a cada autor per una constant resultant entre el nombre de cites de l'autor, com a millor indicador de la importància del autor, i el temps passat des de la seva publicació, per a poder compensar la possibilitat temporal d'ésser citat. Per al nombre de cites s'ha escollit Google Scholar com a font per poder obtenir els anàlisi de totes les fonts a la vegada.

Autor	**Nombre de cites**	**Any**	**Promig de cites/any des de la publicació**
Womack & Jones	12484	1990	499
Liker	3486	2004	317
Bicheno	291	2004	26
Dennis	388	2002	30
Feld	364	2001	26
Ohno	975	1988	36
Monden	1992	1998	117
Schonberger	2263	1982	69
Shingo	1996	1984	64

Taula 28. Ponderació per autor. Elaboració pròpia, Maig 2015.

ii. Anàlisi de l'Esquema d'evolució

Un cop examinades les comparatives de situacions estàtiques (metodologies, temps, eix eines-cultura, termes col·lectius...), en aquest punt de la metodologia s'exploren les comparatives dinàmiques, canviants, evolutives, que puguin explicar millor les relacions, com poden ser les diferents etapes de la fulla de ruta *lean*.

Així per a cada un dels apartats a estudiar, s'han pres com a base i referència la proposta de Nijdam (2010), respecte a l'anàlisi de l'evolució, recollida a la Figura 12.

En aquest cas es planteja l'evolució per l'aplicació de la metodologia o bé conseqüència dels diferents objectius, en les següents etapes:

1. Inici: **Push prob** (Abreviatura de *Push & Problems*, push i problemes). Aquesta fase correspon a una situació inicial on es treballa en Push, probablement amb economies d'escala, i sense anivellar, amb tots els problemes associats a aquesta manera de treballar que poden existir, tenint en compte que els problemes desestabilitzen i fan molt difícil lligar els processos. A més, es treballa sense tenir en compte les necessitats.

2. Ruta 1: Push anivellat. Es prioritza eliminar els problemes, per crear flux. Es focalitza en la eliminació dels problemes, creant estabilitat a través de estandardització, i gestionant el gap. Es continua treballant en push.

   En aquesta Ruta 1, es proposa subdividir el camí en dos fases:

   a. **Push Stb** (Abreviatura de *Push & Stability*, push i estabilitat): En aquesta fase es busca controlar i empetitir els problemes creant estabilitat, a través de la estandardització de les anomenades 4M: estandardització del material (complir la previsió de programació i abastiment), els mètodes (especialment de seguretat i qualitat), les màquines (èmfasi en manteniment preventiu) i la ma d'obra (desenvolupament d'habilitats).

   b. **Push Loops** (Abreviatura de *Push & Loops*, push i trams): En una segona fase, un cop els problemes ja s'han reduït considerablement, ja es possible acotar els problemes en trams locals (loops), separats entre ells per inventaris tampó que els aïllen. D'aquesta manera els problemes no es sumen (o multipliquen) o causen interferència entre ells, i també és més fàcil identificar-los i eliminar-los.

3. Ruta 2: Pull no anivellat. Es prioritza crear flux, per eliminar els problemes.
   Els problemes s'aïllen en loops concrets, mitjançant inventari en llocs concrets.
   Es treballa en pull entre els loops per no alimentar més els problemes.

   En aquesta Ruta 2, es proposa subdividir el camí en dos fases:

   a. **Pull Spkt** (Abreviatura de *Pull & Supermarket*, Pull i supermercat): Una primera fase, que busca crear flux però mantenint inventari per amortiguar els problemes. Els loops de la fase anterior, es poden unir mitjançant pull, creant un flux més adequat a les necessitats dels clients, i fent menys permissibles els problemes. En aquest cas els inventaris tampó entre loops passen a ser els anomenats supermercats.

b. **Pull Seq/Lev** (Abreviatura de *Sequence Pull* o *Levelled Pull*, Pull seqüencial o anivellat)**:** Un cop creat flux pull des de el client final fins als proveïdors, cal fer aquest flux el més continu i anivellat amb les necessitats possible. La mida dels supermercats i la grandària del lot mostren de fet, la dels problemes. A mesura que aquests són cada cop més petits, fruit del kaizen, es converteixen en simples FIFO's de seqüències curtes. Els supermercats entre loops cada cop són més petits. Els loops, per tant entre ells, són més permeables i poden ser units mitjançant seqüències comunes de treball, que salvin els desequilibris i restriccions encara existents.

4. Final: Pull anivellat. Situació en la que l'aïllament dels problemes, els elimina, obtenint un flux continu gestionat en pull.

   En aquesta etapa final, es proposa subdividir el camí en dos fases:

   a. **P-a-P** (Abreviatura de *One Piece Flow*, Flux Peça a Peça**):** Aquest flux cada cop més anivellat i més continu, arriba al extrem de ser directament un flux peça-a-peça, on cada comanda es pot realitzar directament, en qualsevol moment, i sense que cap problema ho interrompi.

   b. **Push roll-out** (desplegament push): Aquesta és la condició ideal, on sempre que, en qualsevol situació de demanda, no existeixi cap problema que impedeixi donar directament valor al client. I on qualsevol nova situació no altera aquesta absència de problemes, i esdevé flux perfecte.

Aquest model és utilitzat com a instrument per caracteritzar l'anàlisi de la literatura i les companyies fabricants d'automòbil, que amb un conjunt d'eines caracteritzen un sistema productiu *lean* amb un objectiu determinat.

Aquest model tracta d'explicar i incloure tots els altres. L'única diferència entre un model de Sistema de Producció –un segment- i un altre és l'objectiu que persegueix, i per tant rau en les eines necessàries per portar-ho a terme.

El que no canvien són els principis, i la cultura. Sempre són els mateixos, i presents en tot moment.

Seguint les teories de convergència/divergència, hi ha aquest gran punt de coincidència: els principis són comuns. Aquí s'hi pot incloure la casa TPS o els 5 principis del *lean*.

D'acord amb això, es proposa relacionar les diferents etapes del full de ruta de la aplicació del lean, amb els principis lean i la casa TPS. Aquesta evolució proposada per Nijdam (2010), fet important, es pot enquadrar dins de la casa Toyota:

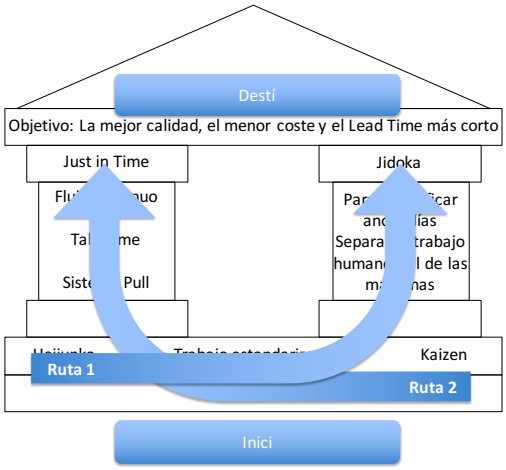


Figura 13. Evolució de la implantació sobre la casa Toyota. Elaboració pròpia, sobre figura lean Lexicon (2003).

Els principis i la cultura, cas dels cinc principis del *lean* management de Womack i Jones (1996), hi són presents amb més o menys intensitat, en cada una de les etapes descrites i en tots els sistemes de producció. Així doncs, la cultura hauria de ser deixada de ser vista com un nivell diferent de *lean* i, com feia referència Hines (2004), en relació a l'ús de les eines, s'hauria de convertir en el seu fil conductor.

Així els cinc principis del *lean*, ja eren dibuixats de forma circular (en 2D) a *Lean* Thinking (Womack i Jones, 1996), on el 5è principi era el que enllaçava el quart amb el primer. Ara caldria dibuixar-los com un cargol sens fi (en 3D), que va empenyent contínuament l'evolució del *lean*, donant-se un grau d'intensitat diferent a cada una d'ells.

Així doncs, si conjuguem les etapes de l'evolució a la implementació i la casa del TPS, amb els cinc principis, trobem:

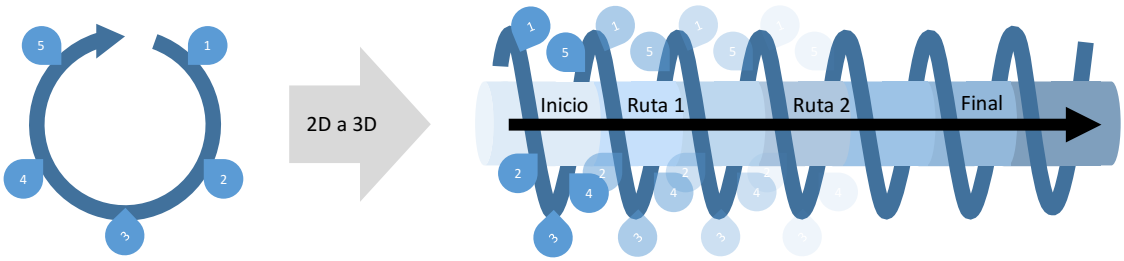


Figura 14. Representació dels 5 principis en l'evolució de la implementació. Elaboració pròpia.

Aquests cinc principis estan, a més, relacionats amb els termes de les 3P.

Purpose (Propòsit): 1. Valor
Process (Procés): 2. Identificació del flux
3. Creació del flux
4. Pull
People (Persones): 5. Millora continua

e. Resum

Aquest capítol ha estat dedicat al desenvolupament de l'enfocament metodològic, descriu quins passos s'han dut a terme en l'estudi, així com els enfocaments, característiques i/o tècniques utilitzades en la recol·lecció de dades, i a l'ús del focus group per contrastar el model.

Els aspectes metodològics més rellevants d'aquest capítol, són els següents:

- La investigació és de caràcter descriptiu i exploratori
- L'estratègia emprada és l'estudi múltiple de casos, estratègia rigorosa, capaç de satisfer tots els objectius d'una investigació.
- Hi ha tres mètodes de recol·lecció de dades: la revisió de la literatura, l'anàlisi de la documentació directe de les companyies fabricants d'automòbil i entrevista personal per part d'un representant de la organització, i l'ús del focus group d'experts.
- La recerca és de tipus qualitatiu, encara que per al seu disseny, van ser emprats recursos quantitatius.
- L'anàlisi de les dades s'ha realitzat en dos plans superposats: eines, tècniques, i principis i cultura, per una banda, i l'anàlisi de l'evolució per l'altra.
- L'anàlisi s'ha estructurat en base a elements contrastables, utilitzant les taules recopilatòries més recents i reconegudes: Pettersen (2009), Shah i Ward (2003), Liker (2004), i Nijdam (2010)
- La manipulació de la informació quantitativa és duta a terme amb el paquet estadístic Minitab, i les fulles de càlcul de Microsoft Excel.
- L'ús de la triangulació, de la literatura, els manuals de les companyies i el focus group permet un anàlisi expert, plural i menys esbiaixat dels fruits de la present investigació.

L'anàlisi de les dades, tant de la literatura, com dels sistemes de producció dels fabricants d'automòbil, com el focus group, també serveixen per a donar forma al model d'evolució descrit a la metodologia.

5. Anàlisi de les definicions de lean de la literatura

Per a poder comparar, es pretén trobar un model comú a tots els sistemes de producció descrits a la literatura.

En una primera etapa, a la introducció, es realitza una breu revisió dels diversos intents de crear un model que pugui descriure qualsevol sistema de producció lean, i els motius pels quals no han reeixit. Posteriorment es busquen mínims denominadors i relacions entre els diversos termes, eines i principis, per comprovar si, efectivament, pot haver-hi una relació.

Finalment, es revisa un model basat en les relacions que produeixen les etapes d'un full de ruta lean.

a. Introducció

A partir dels arguments reflectits en l'estat de l'art, es conclou que els diversos intents en definir *lean* no han reeixit. Pettersen (2009) i Shah i Ward (2003), per mencionar els més citats, ho han recollit. Pettersen classifica les diferents metodologies en temàtiques, i intenta definir *lean*. La conclusió, coneguda, és que no hi ha consens per les diferents visions que existeixen, a on cada una d'elles prima unes característiques de manera distinta.

	Ohno (1978)	**Schonberger (1982)**	**Shingo (1984)**	**Womack & Jones (1990)**	**Monden (1998)**	**Feld (2001)**	**Dennis (2002)**	**Liker (2004)**	**Bicheno (2004)**
Just in Time practices (100 %)	50%	50%	75%	50%	75%	75%	75%	100%	75%
Resource reduction (100 %)	80%	80%	80%	60%	80%	40%	80%	100%	60%
Human relations management (78 %)	38%	38%	13%	50%	38%	38%	50%	75%	25%
Autonomation (jidoka) (67%)	67%	100%	100%	33%	67%	67%	67%	100%	33%
Supply chain management (78 %)	67%	67%	50%	50%	83%	83%	100%	100%	100%
Scientific management (100 %)	67%	0%	33%	100%	67%	33%	67%	67%	67%
Bundled techniques (56%)	50%	100%	0%	50%	50%	100%	100%	50%	100%

Taula 29. Percentatge d'eines presents per terme col·lectiu. Adaptat de (Pettersen, 2009)

Shah i Ward (2003) també tracten de comparar els autors, i acaben amb una disquisició sobre els diferents enfocaments del *lean*, és a dir eines *versus* cultura i les seves aparents contradiccions.

(Hines, Holweg, i Rich, 2004), estudien les diferents propostes dels autors vers el *lean*, des del punt de vista de l'evolució. Conclouen que:

- Hi ha dos nivells de *lean*. Un estratègic (cultural), i un operacional (eines) els quals es troben relacionats.
- El *lean* ha evolucionat, de manera que s'hi poden reconèixer quatre etapes, basades en el temps:
    - Anys 80: tècniques JIT, cost
    - Mitjans dels 90: cost, formació i promoció, TQM, reenginyeria de processos
    - Finals dels 90: inici 00's Cost, focus en els processos per donar suport al flux
    - Anys 2000: valor i cost, de la tàctica a la estratègia, integrant a la cadena logística.

- La part estratègica-cultural, pot incloure més o menys eines.

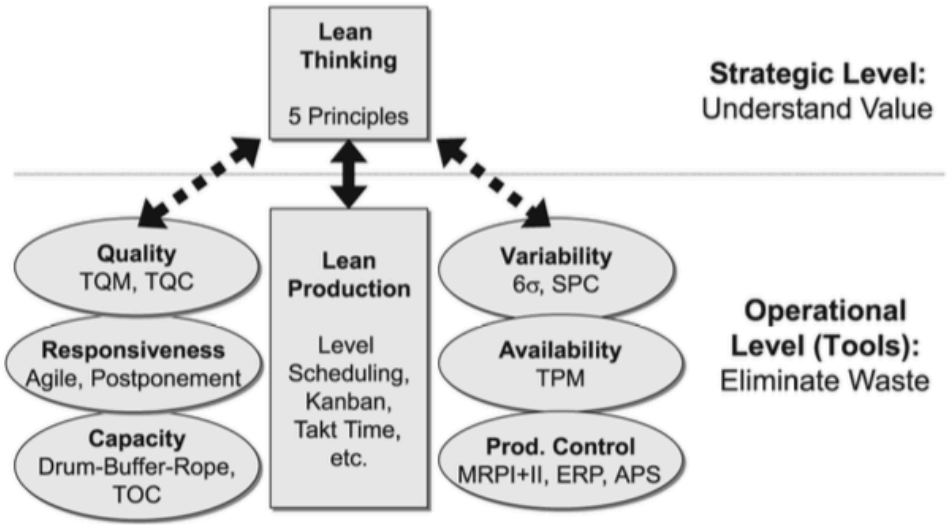


Figura 15. Relació cultura-eines (Hines, Holweg, i Rich, 2004)

Hines et al. (2004) no concreten però, la part operacional –les eines i tècniques– amb aquests quatre grups estratègics o culturals. Si ho féssim, es a dir, si relacionem les eines que (Pettersen, 2009) troba als diferents autors a cada una de les etapes, sobrarien (o mancarien) moltes eines que de manera efectiva s'han trobat en els sistemes de producció analitzats.

Les conclusions, en aquest punt de la introducció, és que hi ha molts "*lean*". A aquest fet s'hi podria afegir la irrupció de "noves" varietats com el *lean*-six sigma, agile, *lean* startup, etc. També conclouen que a altres sectors, diferents de l'automoció, que o be la seva aplicació no és possible, que ho és limitadament o que la aplicació varia amb el sector.

b. Anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura

i. Anàlisi de les eines

El simple anàlisi per poder quantificar la presència de les eines en els diferents autors sí dona com a resultat una sèrie d'eines o tècniques que són presents massivament a tots els autors, com poden ser Kaizen/Millora continua (100%), Reducció temps Setup (100%), Just in time (89%), Kanban/Pull (89%), Pokayoke (89%), Anivellat producció/Heijunka (89%), Estandardització (89%), control i management visual (89%) i 5S (89%). Però aquestes són 9 eines de 35, un 25%.

De fet un anàlisi de Pareto, ens mostra la dispersió d'eines descrites entre els autors, obtenint grups d'eines segons la freqüència amb la que apareixen als sistemes de producció presents a la literatura:

Percentatge d'autors	Eines/Tècniques (i percentatge de presència)
100%	Kaizen/Continuous improvement Setup time reduction
Entre el 99% i el 80%	Just in time production (89%) Kanban/Pull System (89%) Pokayoke (89%) Production leveling (Heijunka) (89%) Standardized work (89%) Visual control and management (89%) 5S/Housekeeping (89%)
Entre el 79% i el 60%	Andon (78%) Small lot production (78%) Time/Work studies (78%) Waste elimination (78%) Inventory reduction (78%) Supplier involvement (67%) Takted Production (67%) TPM/Preventive maintenance (67%) Statistical quality control (SQC) (67%)
Entre el 59% i el 40%	Autonomation (Jidoka) (56%) Teamwork (56%) Work force reduction (56%) 100% inspection (44%) Layout adjustments (44%) Policy deployment (Hoshin kanri) (44%) Improvement circles 44%) Root cause analysis (5 why) (44%) Value stream mapping/flowcharting (44%) Employee involvement (44%) Multi manning (44%)
Entre el 39% i el 20%	Education/Cross training (OJT) (33%) Lead time reduction (33%) Cellular manufacturing (33%) Process synchronization (33%)
Menys del 20%	espines peix (0%) p-a-p (0%)

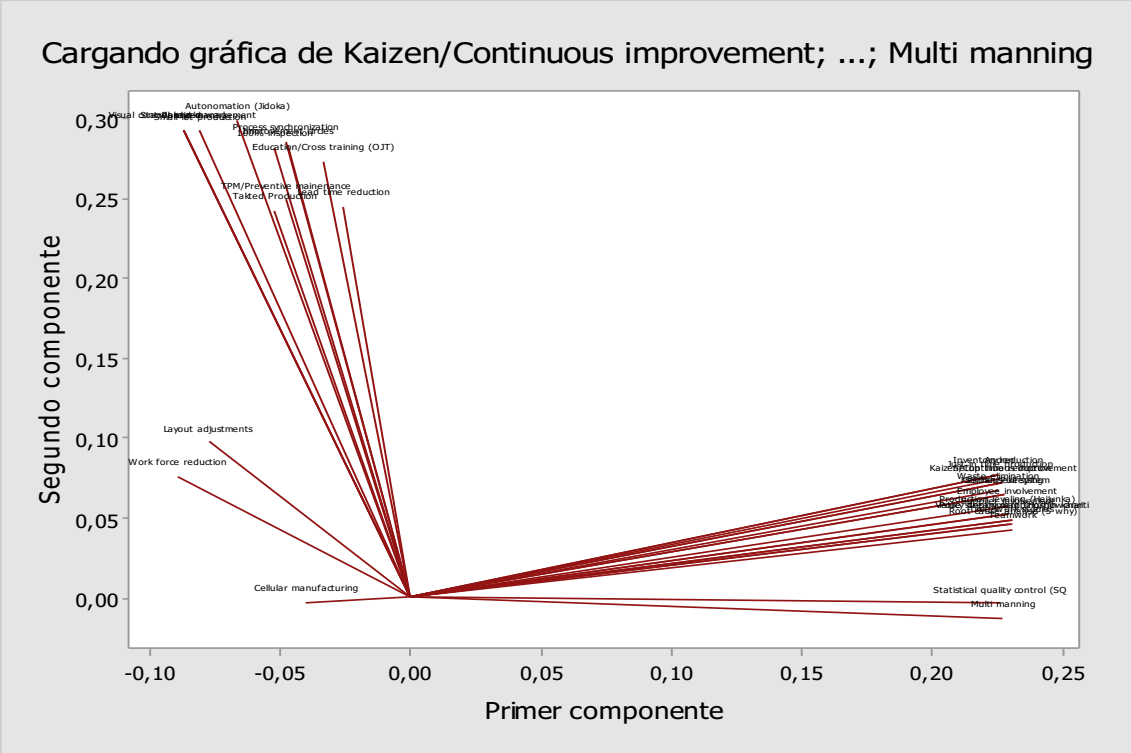
Taula 30. Presència d'eines a la literatura. Font pròpia.

Es pot concloure, tal i com va fer Pettersen (2009), que no hi ha un únic grup d'eines homogeni, pel que fa a la literatura.

Relacions entre les eines

En primer lloc un anàlisi de components pot mostrar la intensitat de les eines i les tècniques, per comprovar si hi ha vincle entre les eines.

En el gràfic resultant hi ha dos grans grups diferenciats d'eines i algunes de soltes (que considerarem com a tercer grup). D'aquests dos grans grups n'hi ha un que té més intensitat que el segon. Com que l'intensitat correspon al nombre d'autors (amb la seva ponderació) que atén un terme, seria fàcil concloure que hi ha dos grans grups d'autors, i per tant de visions.



Gràfica 1. Anàlisi de components de les eines presents a la literatura. Font Pròpia, a partir de Minitab.

Aquestes visions corresponen a:

eix	Eines/Tècniques (i percentatge de presència)
Primer component	Small lot production Visual control and management Autonomation (Jidoka) Process synchronization 100% inspection Education/Cross training (OJT) Lead time reduction Takted Production TPM/Preventive maintenance Standardized work Improvement circles
Segon component	Inventory reduction Andon Just in time production Kaizen/Continuous improvement Setup time reduction Waste elimination 5S/Housekeeping Kanban/Pull System Employee involvement Production leveling (Heijunka) Supplier involvement Value stream mapping/flowcharting Policy deployment (Hoshin kanri) Root cause analysis (5 why) Time/Work studies Teamwork Pokayoke
No alineats	Statistical quality control (SQC) Multi manning Cellular manufacturing Work force reduction Layout adjustments

Figura 16. Anàlisi de components de les eines presents a la literatura. Font pròpia

De totes maneres no hi ha cap autor que amb el grup mínim caracterítzi un sistema de producció *lean*. Així, sí que hi ha un conjunt d'eines que caracteritzen a qualsevol sistema de producció, però a la inversa, els sistemes de producció no es caracteritzen només per aquest conjunt.

Aquests tres grans grups d'eines, que al seu torn provenen de tots els grups quantificatius, mostren que hi pot haver relació entre les eines. Així doncs, buscarem directament si existeix una correlació entre autors a la Taula 31, on l'acrònim LIT, es refereix a un model promitg entre tota la literatura.

	Wom (1990)	Lik (2004)	Bic (2004)	Den (2002)	Fel (2001)	Ohn (1978)	Mon (1998)	Sho (1982)	Shi (1984)	LIT
Wom	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	1,0
Lik		1,0	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,9
Bic			1,0	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,6
Den				1,0	0,6	0,5	0,6	0,5	0,3	0,8
Fel					1,0	0,7	0,7	0,5	0,4	0,7
Ohn						1,0	0,6	0,6	0,7	0,8
Mon							1,0	0,6	0,5	0,8
Sho								1,0	0,6	0,6
Shi									1,0	0,6
LIT										1,0

Taula 31. Correlació entre eines presents a la literatura. Elaboració pròpia

Com a resultat de la taula de correlacions, s'hi constata com el treball de Womack et al. (1989) i el de Liker (2004) són els que més correlacionen (0,8), amb els sistemes de producció més semblants. I per altra banda, Bicheno i Shingo els més allunyats (0,2). En general la majoria manifesten una relació notable (Prat, Tort-Martorell, Grima, i Pozueta, 1997) amb valors per sobre de 0,3.

El que també s'intueix són grups d'autors. Així Womack et al (1989), Liker (2004), Dennis (2002) i Ohno (1978), manifesten una acusada semblança entre ells.

La relació de Ohno (1978) i Shingo (1984), que és alta (0,7), té molt sentit, al construir ambdós el sistema de producció sobre el mateix terreny, a la mateixa època. I contrasta amb la poca relació de Shingo amb la resta d'autors.

I en el mateix sentit, és destacable la relació no gaire alta entre Monden (1998) i Ohno (1978) (0,6) ja que Monden escriu sobre el sistema de Ohno, i aquest al pròleg del llibre lloa la abstracció del sistema que fa Monden.

També és destacable que els primers autors (fins els anys vuitanta del segle passat) es donen les relacions més fortes entre els autors coetanis, més que en els posteriors, que són molt més dispersos.

El nombre de paràmetres a correlacionar, 35 eines, tot i que suficient, es un nombre petit per a poder treure conclusions fortes de les correlacions. Per aquest motiu les eines quantitatives, com aquesta, s'han utilitzat només per a complementar l'anàlisi qualitatiu.

ii. Anàlisi de les pràctiques

L'anàlisi per poder quantificar l'adherència a les pràctiques *lean* realitzat, mostra una sèrie de pràctiques o principis que són presents a una gran part dels autors, com poden ser la producció en flux continu (100%), el principi Pull (100%), el conjunt de tècniques ràpides de canvi (100%), i les polítiques de reducció del tamany de lot (89%). Però també mostra una gran dispersió, ja que aquestes 4 eines sempre presents, no representen més del 20%.

Aquest anàlisi es realitza a partir de la Taula 11, a on Shah i Ward (2003) resumeixen els principis *lean* objectiu que apareixen a la literatura. De fet com s'ha comentat durant la revisió del estat de l'art, Shah i Guard s'hi refereixen com a pràctiques, però els autors posteriors que les citen, també s'hi refereixen com a principis. (Netland T. , 2013)

De fet si es realitza un anàlisi de Pareto, de la mateixa manera com s'ha fet per a les eines, es mostra la dispersió de principis descrits entre els autors, obtenint uns grups de principis segons la freqüència amb la que apareixen als sistemes de producció presents a la literatura:

Percentatge d'autors	Eines/Tècniques (i percentatge de presència)
100%	JIT / producció de flux continu[2] (100%) Pull / kanban (100%) Tècniques ràpides de canvi (100%)
Entre el 99% i el 80%	La reducció de tamany de lot (89%)
Entre el 79% i el 60%	Força laboral multi-funcional (72%) Gestió de qualitat total (61%) Programes de millora contínua (72%) Manteniment preventiu (72%)
Entre el 59% i el 40%	Equips de treball auto-dirigits (56%) Fàbrica enfocada a producció (39%) fabricació cel·lular (44%)
Entre el 39% i el 20%	Mètrics de la capacitat del procés (39%) Reducció del temps de cicle (39%) Programes de millora de la seguretat (33%)
Menys del 20%	Nous equips de procés/tecnologies (17%) Programes de gestió de qualitat (17%) eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció) (11%) Reenginyeria procés de producció (11%) Estratègia Planificació-programació (6%)
No descrita	benchmarking competitiu (0%) optimització del manteniment (0%)

Taula 32. Percentatge d'eines i mètodes presents a la literatura. Elaboració: Pròpia.

Es pot concloure, doncs, que tampoc hi ha un únic grup de principis homogeni, pel que fa a la literatura.

[2] Encara que apareguin amb el mateix nom cal diferenciar entre eines i principis. Així el JIT que apareix a la Taula 10 de Pettersen es refereix al conjunt d'eines JIT, i en canvi el JIT que apareix a la Taula 11 de Shah i Ward es refereix al concepte de producció en flux continu.

c. Anàlisi de l'esquema d'evolució

Per ordenar les eines i tècniques presents a la literatura i recollides per Pettersen (2009), i amb el fil conductor dels principis i l'evolució, es presenta la següent taula:

		inicial	1ª ruta		2ª ruta		final	
#	Eina/tècnica	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
1	Kaizen/Continuous improvement		x	x	x	x	x	x
2	Setup time reduction			x	x	x		
3	Just in time production				x	x	x	x
4	Kanban/Pull system				x	x		
5	Pokayoke		x	x	x	x	x	
6	Production leveling (Heijunka)					x	x	
7	Standardized work	x	x	x	x	x	x	x
8	Visual control and management			x	x	x	x	
9	5S/Housekeeping		x	x	x	x	x	
10	Andon	x	x	x	x	x	x	
11	Small lot production				x	x		
12	Time/Work studies		x	x	x	x	x	
13	Waste elimination	x	x	x	x	x	x	
14	Inventory reduction		x	x	x	x		
15	Supplier involvement						x	x
16	Takted Production				x	x	x	x
17	TPM/Preventive maintenance		x	x	x	x	x	
18	Autonomation (Jidoka)		x	x	x	x	x	x
19	Statistical quality control (SQC)			x	x	x	x	
20	Teamwork		x	x	x	x	x	x
21	Work force reduction							x
22	100% inspection			x	x	x		
23	Layout adjustments			x	x	x	x	
24	Policy deployment (Hoshin kanri)					x	x	x
25	Improvement circles			x	x			
26	Root cause analysis (5 why)	x	x	x	x	x	x	x
27	Value stream mapping/flowcharting			x	x	x		
28	Education/Cross training (OJT)			x	x	x	x	
29	Employee involvement			x	x	x	x	x
30	Lead time reduction				x	x	x	x
31	Cellular manufacturing			x	x	x		
32	Process synchronization				x	x	x	x
33	Multi manning							
34	espines peix			x	x	x		
35	p-a-p						x	x

Taula 33. Tècniques i eines presents a cada etapa. Elaboració pròpia.

	1 Push Probl	2a Push Stb	2b Push Loops	3a Pull Spkt	3b Pull Seq/Lev	4a P-a-P	4b Push Rollout
Valor	7, 10, 13, 26	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 15, 16, 17, 18, 20 21, 24, 26, 29, 30, 32, 35
Id flux							
Flux							
Pull							
Mill Cont							

Taula 34. Model d'evolució. Elaboració pròpia.

En aquesta taula, a on els cinc principis que representen la cultura són presents sempre, s'han assignat les eines a cada una de les etapes de l'evolució de la implementació.

<u>Descripció de les eines a cada una de les etapes:</u>

1. Push Probl. (Abreviatura de *Push & Problems*, push i problemes).
En aquesta fase l'objectiu és eliminar els problemes grans que causen malbaratament.

Les eines que encaixen en aquesta fase són: a partir d'una proposta de valor, la pròpia estandardització (7) –base del taylorisme–, la visualització del problema –o gap– en l'andon (10) i el malbaratament (13), i la eliminació de la causa arrel (26).

En aquesta fase, la cultura i els cinc principis, ja hi són presents. I la diferencia ja es gran, ja que la proposició del que és correcte es fa a partir d'uns estàndards i una proposta de valor. A més, el problema a eliminar s'objectivitza com a malbaratament, de manera que l'objectiu no és el problema en si mateix, sinó la seva causa arrel. Si no es fa així, sense estàndard no hi ha focus, sense malbaratament no s'elimina el problema, i sense causa arrel, aquest es pot tornar a repetir.

2a. Push Stb. (Abreviatura de *Push & Stability*, push i estabilitat).
Aquesta fase pretén controlar i empetitir els problemes creant estabilitat, a través de la estandardització.

Les eines que encaixen en aquesta fase, a més de les anteriors, són: els estudis de temps (12) per millorar l'estandardització (7) i el cost, les 5S (9) com a eina visual de la estandardització, el TPM (17) com a forma d'estandardització i lluita contra el malbaratament i per l'estabilitat. La reducció del inventari (14) és conseqüència de la reducció de malbaratament (13). L'anàlisi de causa arrel deixa de ser un fet isolat per passar a ser de manera estable i continua el kaizen(1) i realitzat en equip (20) regularment. Amb l'aparició d'estabilitat, el concepte de Jidoka (18) apareix i l'acompanya el poka-yoke (5).

2b. Push Loops: (Abreviatura de *Push & Loops*, push i trams)
Un cop els problemes ja s'han reduït considerablement, es busca acotar els problemes a trams locals (loops), per a aïllar-los i eliminar-los més fàcilment.

Les eines que encaixen en aquesta fase, a més de les anteriors, són: l'ús del layout (23), les cèl·lules de treball (31) o les espines de peix (34) per crear físicament els loops. A més, el VSM (27) per crear flux allà on sigui possible, i loops allà on hi hagi interrupció-problemes. Com a fruit de l'estandardització i els estudis de temps és necessari la formació polivalent (28) així com el SMED (25), els quals poden ser utilitzats simplement com a millora de costos. L'assegurament de la qualitat té noves eines en les quality gates (22) i el SPC (19). Les 5S evolucionen cap a tota forma visual (8), i els kaizen i el treball en equip donen forma als cercles de millora (25) i a la involucració del personal (29).

3a. Pull Spkt: (Abreviatura de *Pull & Supermarket*, Pull i supermercat)
Una fase, que busca crear flux en pull. Els loops de la fase anterior, es poden unir mitjançant pull, però mantenint l'inventari per amortiguar els problemes, convertits en supermercats.

Les eines que encaixen en aquesta fase, a més de les anteriors, són: l'ús del takt time (16) com a mesura del valor del client en tot moment. I lligant amb això apareix el propi concepte de JIT (3). I amb aquest la kanban (4) per gestionar la informació entre loops, la sincronització (32) entre processos, i la producció en lots petits (11), també com a conseqüència del SMED i la reducció de inventari de les etapes anteriors. La conseqüència és la creació de flux i la reducció de lead-time (30).

3b. Pull Seq/Lev: (Abreviatura de *Sequence Pull* o *Levelled Pull*, Pull seqüencial o anivellat)
Amb flux pull des de el client final fins als proveïdors, cal fer aquest flux el més continu i anivellat possible, amb les necessitats. La mida dels supermercats i grandària de lot mostren, de fet, la dels problemes, que es fan petits fruit del kaizen.

Les eines que encaixen en aquesta fase, a més de les anteriors, són: evidentment l'Heijunka (6) de les seqüències pull, i la gestió de tota la supply chain (15) com una sola cadena de valor.

4a. P-a-P: (Abreviatura de *One Piece Flow*, Flux Peça a Peça**)**
Flux peça a peça continu, on no hi ha pràcticament problemes que impedeixin un flux uniforme.

Les eines que encaixen en aquesta fase, a més de les anteriors, són: el propi flux P-a-P (35) com a sublimació del Heijunka, mentre que, contràriament, en aquesta fase, arribar a aquest grau de flux i perfecció fa que moltes de les eines no siguin necessàries: el flux P-a-P fa innecessària la reducció de inventari (14) per inexistent, el SMED (2) i la reducció de lot (11) per haver arribat al mínim –la unitat. Amb un flux continu, les kanban (4) són innecessàries i, les agrupacions en cèl·lules (31) o espines de peix (34) poc adequades. Les quality gates (22), per la seva banda, son directament inadequades.

Aquest flux continu, per altra banda, requereix la metodologia del Hoshin Kanri (26) per alinear l'organització.

4b. Push roll-out: (desplegament push)
Aquesta és la condició ideal i, per tant, no pot existir cap problema que impedeixi donar directament valor al client. En aquest context, qualsevol situació esdevé flux perfecte

En aquesta fase, quan s'assoleix aquest grau final de flux i perfecció, moltes de les eines no són necessàries: la pròpia eliminació de malbaratements (13) deixa d'existir, i per tant la gestió visual (8) i andon (10) ja que no és necessari discernir el normal del anormal. I per tant els pokayokes (5) i el SPC (19) també és innecessari. Sense malbaratament tampoc és necessària la gestió del temps (12). La inexistència de seqüències fa innecessari la heijunka (6) i la formació polivalent (28). Finalment, els ajustos de layout (23) són irrellevants.

Amb aquesta taula com a base, i conjugant inputs del sistema productiu, de les eines utilitzades, i dels outputs del sistema, l'assoliment d'objectius, es representa la següent figura, on es grafiquen de manera qualitativa, no estrictament numèrica, en l'eix horitzontal l'evolució en els objectius i per tant resultats esperats, i en l'eix vertical el nombre d'eines presents a cada model. Les posicions en les que queden els models suggereixen una forma semi-circular:

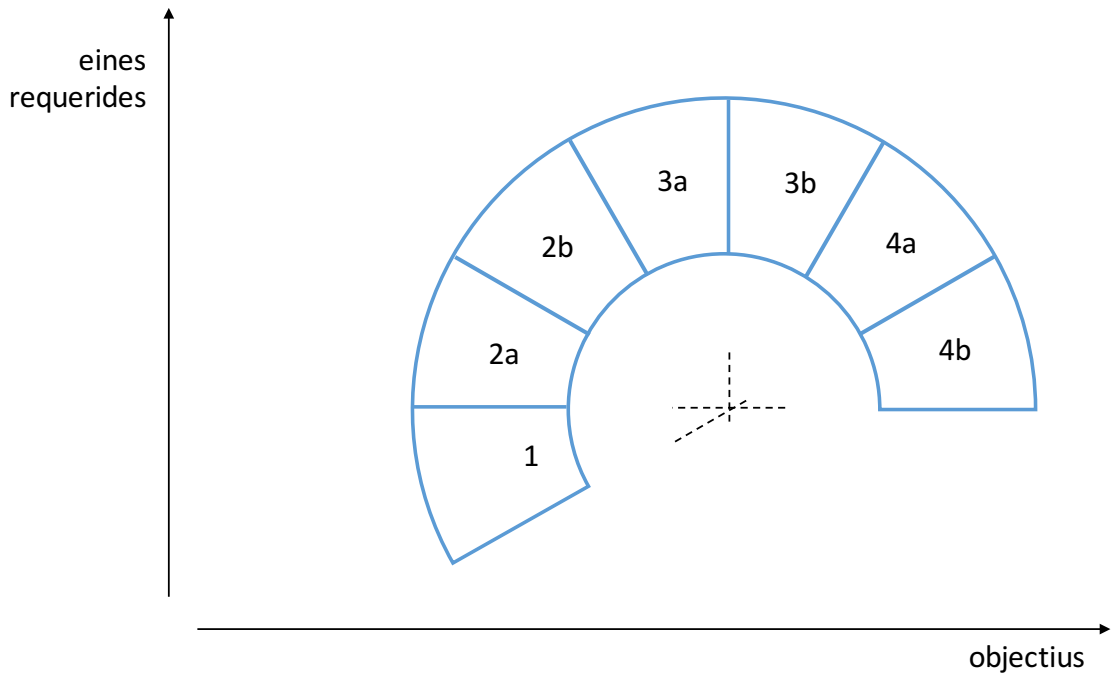


Figura 17. Model d'evolució. Elaboració pròpia

Eines de la literatura en el model d'evolució.

En el model en qüestió, cada segment (1a, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a i 4b) representa un sistema de producció *lean* complet i respon a uns objectius concrets, i utilitza unes eines determinades.

Al eix vertical, hi ha el nombre d'eines presents a cada sistema de producció.

Així al model 1 quasi no hi ha eines, al model 2a n'hi ha poques, al model 2b pràcticament es dobla i, al model 3a s'incrementa poc. Respecte al model 3b es manté pràcticament igual, i els models 4a i 4b requereixen menys eines progressivament, arribant a un nivell semblant al del model 1 (tot i que amb eines diferents).

Al eix horitzontal, s'hi troben els objectius marcats – per exemple de SQDCM (Seguretat-Qualitat-Entrega/Delivery-Cost-Management)-.

El model 1 pot patir un petit retrocés en l'assoliment d'objectius. El model 2a ja presenta millores, sent aquestes molt més espectaculars en els models 2b, 3a, 3b i 4a. El model 4a –peça a peça- i es diferencia poc de l'ideal des del punt de vista productiu, així que la millora torna a ser limitada.

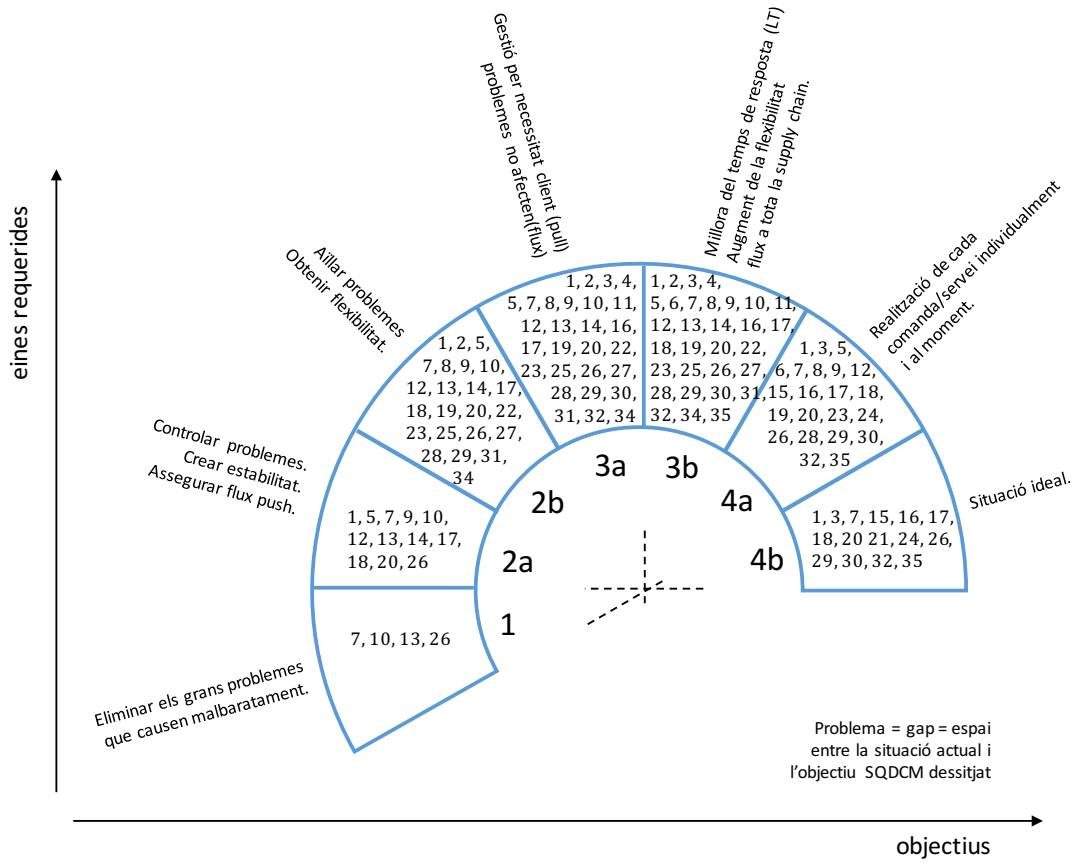


Figura 18. Model d'evolució circular amb objectius i eines. Elaboració pròpia

Aquest mateix creuament de les eines amb el model d'evolució, a partir de les eines descrites a la Taula 23 proporcionen un anàlisi dels sistemes de producció descrits pels autors a la literatura contemplats a la taula següent:

Womack&Jones						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
10, 13, 26	1, 9, 10, 12, 13, 14, 20, 26	1, 2, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 26, 27, 29	1, 2, 3, 4, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 26, 27, 29	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 24, 26, 27, 29	1, 3, 6, 9, 12, 13, 15, 19, 20, 24, 26, 29	1, 3, 15, 20, 24, 26, 29
7	5, 7, 17, 18	5, 7, 8, 17 18, 22, 23, 25, 28, 31, 34	5, 7, 8, 11, 16, 17, 18, 22, 23, 25, 28, 30, 31, 32, 34	5, 7, 8, 11, 16, 17, 18, 22, 23, 28, 30, 31, 32, 34	5, 7, 8, 16, 17, 18, 23, 28, 30, 32, 35	7, 16, 18, 21, 30, 32, 35

Liker						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 29,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 7, 15, 16, 18, 20, 24, 26, 29, 30, 32,
		19, 23, 31, 34,	19, 23, 31, 34,	19, 23, 31, 34,	19, 23, 35	21, 35

Bicheno						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 12, 13, 17, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 17, 19, 26, 27, 31,	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 26, 27, 31,	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 24, 26, 27, 31,	1, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 24, 26,	1, 7, 15, 16, 24, 26,
10,	10, 14, 18, 20,	10, 14, 18, 20, 22, 23, 25, 28, 29, 34,	3, 10, 14, 18, 20, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 32, 34,	3, 10, 14, 18, 20, 22, 23, 28, 29, 30, 32, 34,	3, 18, 20, 23, 28, 29, 30, 32, 35	3, 18, 20, 21, 29, 30, 32, 35

Dennis						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 13,	1, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 20,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 30,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 29, 30,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 29, 30,	1, 3, 7, 15, 16, 18, 20, 21, 24, 29, 30,
10, 26,	10, 26,	10, 26, 28, 31, 34,	10, 11, 26, 28, 31, 32, 34,	10, 11, 26, 28, 31, 32, 34,	26, 28, 32, 35	26, 32, 35

Feld						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 17, 20,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 17, 19, 20, 28, 31,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 19, 20, 28, 31,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 19, 20, 28, 31,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 28,	1, 3, 7, 15, 16, 20,
13, 26,	13, 14, 18, 26,	13, 14, 18, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 34,	13, 14, 18, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 34,	13, 14, 18, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 32, 34,	13, 18, 23, 24, 26, 29, 30, 32, 35	18, 21, 24, 26, 29, 30, 32, 35

Ohno						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 20, 26,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 20, 26,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 20, 26,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 17, 20, 26,	1, 3, 7, 20, 21, 26,
	18,	18, 19, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 34,	16, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	16, 18, 19, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	15, 16, 18, 19, 23, 24, 28, 29, 30, 32, 35	15, 16, 18, 24, 29, 30, 32, 35

Monden						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 18,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 18, 19, 23, 25, 29, 31,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 23, 25, 29, 30, 31,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 23, 29, 30, 31,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 18, 19, 23, 29, 30,	1, 3, 7, 15, 16, 18, 21, 29, 30,
13, 26,	13, 17, 20, 26,	13, 17, 20, 22, 26, 27, 28, 34,	13, 17, 20, 22, 26, 27, 28, 32, 34,	13, 17, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 32, 34,	13, 17, 20, 24, 26, 28, 32, 35	20, 24, 26, 32, 35

Schonberg						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10, 13,	1, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 18,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 28	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 28, 32,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 28, 32,	1, 3, 5, 7, 8, 9, 13, 17, 18, 19, 23, 28, 32,	1, 3, 7, 18, 21, 32,
26	12, 20, 26	12, 20, 26, 27, 29, 31, 34	12, 16, 20, 26, 27, 29, 30, 31, 34,	6, 12, 16, 20, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 34	6, 12, 15, 16, 20, 24, 26, 29, 30, 35	15, 16, 20, 24, 26, 29, 30, 35

Shook						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 15, 16, 18, 20, 24, 26, 29, 30, 32, 35
	12	12, 22	12, 22	12, 22	12	21

Jones						
push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 35	1, 3, 7, 15, 16, 18, 20, 21, 24, 26, 29, 30, 35
	12	19, 22	19, 22, 32	19, 22, 32	19, 32	32

Taula 35. Creuament dels sistemes de producció proposats a la literatura amb el model circular. Elaboració pròpia.

Al creuar els sistemes de producció d'aquests autors de la literatura amb el model d'evolució semicircular, s'hi observa una progressió. I aquesta evolució es pot apreciar tant pel que fa al pas del temps, com als objectius i, per tant, a les eines emprades.

Any	Autor	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
1978	Ohno	100%	92%	57%	55%	55%	50%	47%
1982	Schonberger	75%	75%	70%	69%	59%	57%	43%
1984	Shingo	75%	58%	48%	52%	50%	48%	43%
1990	Womack & Jones	75%	67%	52%	48%	53%	52%	50%
1998	Monden	50%	67%	65%	69%	66%	70%	57%
2001	Feld	50%	67%	57%	59%	59%	65%	43%
2002	Dennis	50%	83%	78%	76%	75%	78%	79%
2004	Bicheno	75%	67%	57%	55%	59%	61%	43%
2004	Liker	100%	100%	83%	86%	84%	87%	86%
2015	Jones	100%	100%	91%	90%	90%	91%	93%
2015	Shook	100%	92%	91%	93%	93%	96%	93%

Taula 36. Evolució del percentatge d'eines als sistemes de producció presents a la literatura. Elaboració pròpia.

Es constata l'evolució de la descripció dels models recollits a la literatura, mostrats a la Taula 24, i que s'alinea amb la pròpia evolució dels objectius amb els objectius del model d'evolució.

Any	Autor	Objectiu Lean (Pettersen, 2009)	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b
1978	Ohno	Reducció de costos	x	x	x	/			
1982	Schonberger	Millorar la qualitat i la productivitat	x	x	x	/			
1984	Shingo	Reducció de costos mitjançant l'eliminació de malbarataments	x	x	x	/			
1981-98	Monden	Eliminar els malbarataments i reduir els costos	x	x	x	/			
1990	Womack & Jones	Fer productes amb un menor nombre de defectes per a desitjos concrets dels clients	x	x	x	x	/		
2001	Feld	Operacions de producció robustes	x	x	x	x	x		
2002	Dennis	Orientació al client (d'alta qualitat, baix cost, poc temps)	x	x	x	x	x		
2004	Bicheno	Reduir els malbarataments i millorar el valor	x	x	x	x	x		
2004	Liker	Fluxe peça-a-peça	x	x	x	x	x	x	

Objectius del model d'evolució:
1: Eliminar els grans problemes que causen malbaratament
2a: Controlar problemes. Crear estabilitat. Asegurar flux push
2b: Aïllar problemes. Obtenir flexibilitat.
3a: Gestió per necessitat client (pull). Problemes no afecten (flux)
3b: Millora del temps de resposta (LT). Augment de la flexibilitat. Flux a tota la supply chain.
4a: Realització de cada comanda/servei individualment i al moment.
4b. Situació ideal.

Taula 37. Comparativa d'objectius als sistemes de producció presents a la literatura. Elaboració pròpia.

Això es pot seguir inclús al propi TPS en concret. Ja que de la mateixa manera que el TPS ja portava una evolució –com es pot veure a la Figura 56 i Figura 57– des del moment en que va ser exposat a la llum pel propi Ohno, és evident que aquest ha continuat evolucionant –veure següent taula-.

Any	Font	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
1978	Ohno	100%	92%	57%	55%	55%	50%	47%
1998	Monden	50%	67%	65%	69%	66%	70%	57%
2001	TOYOTA	100%	96%	72%	74%	80%	85%	93%
2004	Liker	100%	100%	83%	86%	84%	87%	86%

Taula 38. Evolució del TPS a la literatura. Elaboració pròpia.

Objectius i esforç

Com a detall l'arc que representa el model fa més de 180º, degut a que en el primer segment es fa un ús menor d'eines, així com perquè al aplicar la metodologia *lean* en el primer segment s'experimenta fins i tot un petit retrocés inicial, provocat per les resistències inicials i els lògics problemes pel canvi de model, fet que pot provocar que hi hagi retroalimentació de les resistències.

> És degut a això que, centrant-se només en aquest segment, moltes implantacions fracassin en aquest punt, ja que resoldre els problemes de sempre amb eines i, especialment, una cultura diferent, no resisteix la comparativa.

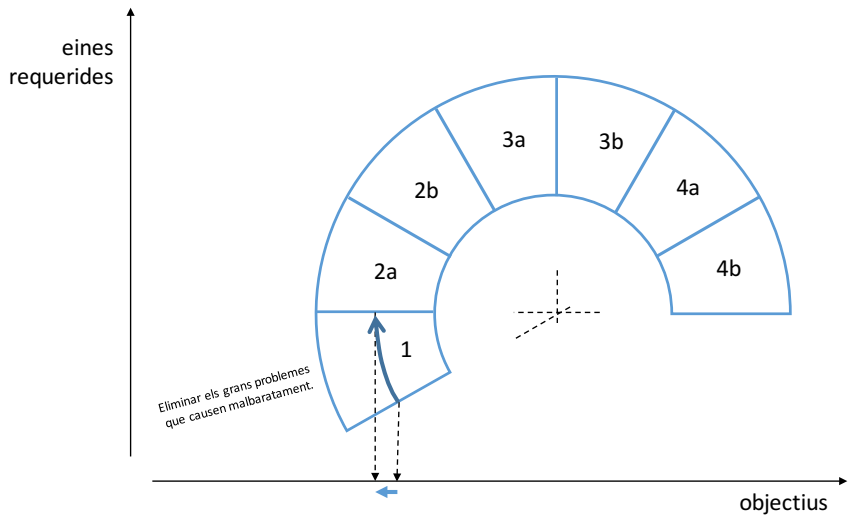


Figura 19. Retrocés inicial aplicat al model. Elaboració pròpia.

Els models 2a i 2b representen la pràctica construcció de tot el sistema de producció (poques eines faltarien), amb l'assoliment d'unes millores limitades, però amb un creixement cada vegada més acusat.

> En tots els models la cultura i els principis hi són presents. Però en els models 2a i 2b és molt necessària, ja que és la cultura la que lliga i dona el sentit *lean* a les eines i tècniques escollides, ja desplegant-se, i amb la realitat de la organització.

El model 3a acaba d'incorporar el darrer grup gran d'eines, i és l'aplicació del flux (o JIT), juntament amb l'assegurament dels processos –el fer-ho sempre be (Jidoka)- del model 2b, el que dona el major recorregut respecte a la consecució d'objectius.

> Evidentment sense la cultura visual (identificació de flux), amb la que es detecten ràpidament les situacions fora d'estàndard (valor), i sense l'ajuda amb la que totes les persones participen en la millora continua, és difícil arribar a la causa arrel dels problemes, i sense resoldre-ho ràpidament, no es pot assegurar la resposta ràpida al client. Sense la cultura de flux, de lot petit, de pull, es permeten els inventaris, i per tant l'ocultació de problemes, que destorben els objectius

El model 3b pràcticament és el mateix que el 3a, tenint com a tret diferencial només el fet que l'aprofundiment en l'excel·lència de les tècniques i la millora continua fan que els problemes e interrupcions siguin cada cop menors i permetin fluir més ràpidament per tota la cadena de valor. En aquests punts els objectius milloren espectacularment.

> Aquests són els models *lean* més espectaculars –que no millors– i per tant *de llibre* tot i que no són els únics. Aquesta espectacularitat en la consecució d'objectius va fer que, inicialment, fos la part més descrita en la literatura: el JIT. També és cert que sense la cultura que aglutina i dona sentit aquests segments, és pràcticament impossible obtenir els mateixos resultats. Això li va succeir a GM, que va copiar el sistema de producció operatiu de Toyota a Nummi, però va ser incapaç d'obtenir els mateixos resultats a les seves plantes de manera sostinguda, ja que xocava amb la seva cultura.

El model 4a, és la perfecció del 3b, on les interrupcions són tant petites i el flux tant ràpid, que s'arriba al peça a peça. La millora no és tant gran, però el temps necessari per mantenir el sistema disminueix. Si s'arriba al flux unitari ja no serà necessari el SMED per exemple. Si, a més, és continu, ni un sistema kanban ni cap mena d'inventari.

> Evidentment la cultura i els principis cada cop són més forts, ja que amb problemes o interrupcions més grans, seria impossible mantenir el peça a peça.

La sublimació és el model 4b. En aquest, la perfecció es manté pràcticament sense eines, només amb la cultura i l'aplicació dels principis. La millora respecte el flux peça a peça és petita. Les millores venen pel temps dedicat a la gestió que també és malbaratament, ja que els processos administratius i de suport no afegeixen valor directament al producte o servei, per al client. Així les eines necessàries, i el temps dedicat a aquest malbaratament, disminueixen en el tram final d'aquest model instrumental.

De idèntica forma, un supermercat és un inventari, i per tant un petit malbaratament, que ens ajuda a crear flux i estabilitat, i per tant a eliminar altres malbarataments. Això no ha d'impedir que, quan sigui possible, cal disminuir-lo i eliminar-lo.

La Cultura en el model d'evolució

Una tercera dimensió present al model és la cultura. En aquest cas la cultura, els principis que guien el model, és la mateixa en tots els segments. El que si canvia és la intensitat amb la que es manifesta, i amb la que és necessària. Sent més dèbil al inici (als segments 1, 2a...) i necessàriament molt intensa al final (segments 4a i 4b).

La cultura és un vector que està a la columna vertebral del model i que el ressegueix per complet.

La cultura enganxa els diferents blocs de segments entre ells, així com també fa d'aglutinant de les eines entre si. Sense la cultura, les eines i tècniques anirien soles, sense un sentit i per tant amb una efectivitat molt limitada, així com mancada de sostenibilitat.

Definirem com a cultura el conjunt de principis lean mostrats a la Taula 11 i a la Taula 25, i la seva representació a la Figura 3.

Els principis que conformen la cultura són els presents a la casa TPS –veure Figura 3 -:

- Estandardització,
- Heijunka-estabilitat
- Kaizen-millora continua
- JIT
- Jidoka,
- Objectius

De fet, en aquest model, la intensitat de la cultura és la que assoleix els diversos objectius de cada segment. Aquesta intensitat de la cultura avança a través del principi de millora continua. Així la millora s'aplica amb les diferents eines, i ajuda a eliminar problemes i malbarataments, creant nous estàndards, i assolint per tant noves fites. Aquests nous estàndards, sense malbarataments, i amb estabilitat, tot aprofitant al màxim els recursos, ajudaran a millorar el JIT

el qual, depenent de la fortalesa del principi, pot ser utilitzat amb una simple eina de programació, o amb un petit kanban, o amb un anivellament certament més complicat, o donant suport a un peça-a-peça, on les eines associades a Jidoka han d'anar coordinades.

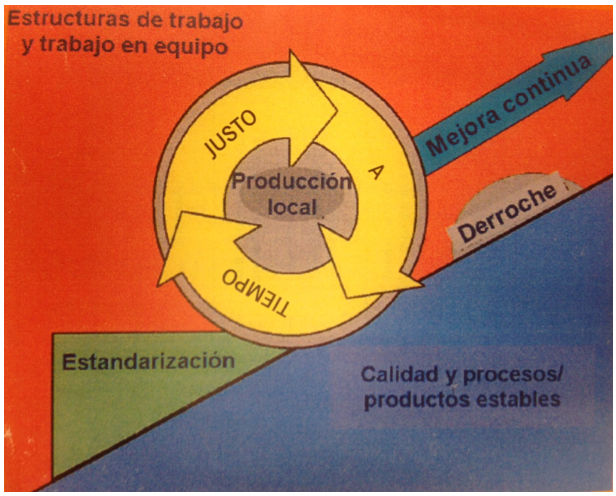


Figura 20. Sistema de producció com a guia cap a la excel·lència. Font: MPS (2012)

Per altra banda, sense aquesta intensitat en els principis, una eina de millora sense cultura pot ser utilitzada quasi únicament com a documentació.

En el model circular, si la cultura és dèbil, no es podrà:

- Aglutinar les eines entre si, perdent cohesió per assolir els objectius. Sense cohesió i sentit global, les eines deixen de fer la seva funció.
- En uns primers estadis –on hi ha poques eines– cal disposar d'un Sistema de Producció, amb una cultura present, però no gaire desenvolupada, ja que les poques eines i poca magnitud dels objectius, no fan necessària gaire sofisticació ni exigència a la cultura.

Així, depenent del grau de maduresa de la cultura, el sistema operatiu pot començar per qualsevol segment (no és obligatori començar pel 1), i depenent dels objectius tindrem un punt final (el segment) determinat.

Convergència i divergència respecte al model d'evolució

De l'anàlisi dels valors que els sistemes de producció han obtingut en el model circular exposat, es poden confrontar els resultats obtinguts en la literatura respecte aquest punt:

Arguments de la literatura respecte a la convergència de models en un de sol.	**Aproximació al model d'evolució semi-circular**
El rendiment mostrat pel TPS obliga a tots a adoptar-lo.	De fet, es pot dir que així ha estat. Els principis que conté, les eines (inclús els noms utilitzats), i sobretot l'evolució, donen suport a aquesta afirmació.
Hi reconeixen una gran capacitat d'adaptació, i la reconciliació del rendiment econòmic i les competències dels treballadors. (Womack i Jones, 1996).	El model no ha parat d'evolucionar. Des de les primeres descripcions d'Ohno i Monden, a les darreres de Liker i la pròpia Toyota.
Reconeixen adaptacions (agile...) i sub-models, però argumenten que no hi ha cap altre nou model, en el fons, que el propugnat pel TPS/lean.	El model circular, admet precisament que els diversos sistemes i submodels es troben continguts en un model general contingent TPS/*lean*.
La convergència no es dona per transferència o adopció, sinó que precisament les múltiples adopcions del lean ajuden al mutu aprenentatge i a una evolució comuna i conjunta, pels efectes d'aquest aprenentatge. Muffatto (1999)	Reforça la hipòtesi de la convergència per la perspectiva evolucionaria descrita.

Taula 39. Aproximació al model de convergència. Elaboració pròpia.

Així doncs, partint d'un model circular on:

- Les diferències d'eines i tècniques emprades entre els diversos sistemes queden enquadrades en una etapa o altre del model depenent dels objectius, i
- Els mateixos termes culturals compartits transversalment unint els diferents segments del model
- El propi model circular admet diversos sistemes i submodels continguts en un model general TPS/*lean*

6. Anàlisi de casos de les companyies d'automoció

Va ser al 1885 quan Benz, alhora que Daimler, va introduir el primer motor d'explosió a un carruatge, el *Velozipede*, marcant així l'inici de l'automoció. Des d'aquell moment els diversos fabricants d'automòbils no només s'han d'esforçat en millorar aquella màquina, sinó també en perfeccionar l'organització necessària per produir-la.

En aquest apartat, es descriuen:

1. Primer seguint un patró comú, cada un dels sistemes de producció que conformen el treball. En aquesta descripció s'hi troba tant la informació procedent de la documentació obtinguda, com de les entrevistes realitzades. Això és realitza del subapartat a. fins al i.
2. Posteriorment es parametritzen els resultats obtinguts dels sistemes de producció descrits segons els elements o valors que s'han considerat a la metodologia. Això és realitza al subapartat j.
3. Finalment al subapartat k. s'analitzen els resultats obtinguts de:
    - L'anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura.
    - L'anàlisi de l'esquema d'evolució

A la primera part l'estructura que es segueix per cada una de les companyies analitzades és:

i. Introducció.

En aquest punt es descriu i posa en context a la companyia en el que s'insereix el sistema de producció. S'hi descriuen les principals característiques i punts d'inflexió de la companyia.

ii. Definició.

Aquí s'inscriu la definició, a ser possible literal, que fa la pròpia companyia del seu propi sistema de producció. En aquest punt també es proporciona el context suficient de la definició.

iii. Història del sistema de producció.

Breu descripció dels diferents successos que han succeït des del naixement i han marcat l'evolució del sistema de producció

iv. Objectius.

Descripció dels objectius primaris del sistema de producció, i dels objectius particulars dels subsistemes.

v. Representació.

Tots els sistemes de producció tenen una representació gràfica que prova d'explicar el significat de les diferents seccions, i la relació entre cada una de les parts.

vi. Principis.

Tots els sistemes de producció tenen uns principis que guien a les metodologies i les eines.

vii. Contingut.

Aquí simplement es descriuen les eines i tècniques seguint el fil argumental del propi sistema de producció, i buscant i remarcant les eines trobades i descrites a la literatura.

a. Descripció del model de Renault (SPR)

El **Système de Production Renault**, és el sistema de producció del grup Renault.

i. Introducció

El *Groupe Renault*, és un fabricant d'automòbils francès fundat el 1899, com a *Société Renault Frères* per Louis Renault i els seus germans Marcel i Fernand. El primer cotxe de Renault, va ser el Renault Voiturette 1CV. Ja des dels inicis van tenir molt d'èxit i una gran expansió, i de fet Renault ha estat la major part del segle XX, la companyia d'automoció més gran de França, fabricant tot tipus de cotxes, furgonetes, camions, autobusos, tractors i tancs.

L'1 de gener de 1945, per decret de De Gaulle, l'empresa va ser expropiada i nacionalitzada formalment com *Régie Nationale des Usines Renault*. L'èxit continuà amb cèlebres cotxes com el Dauphine, el Renault 8, el R-4, el R-5, però alhora els problemes econòmics es feien també més grans. Això, entre d'altres coses, va portar l'empresa a ser privatitzada el 1996, conservant el govern francès un 19,7%. Aquest nou fet va permetre a l'empresa aventurar-se de nou en els mercats d'Europa de l'Est i Amèrica del Sud, amb noves fàbriques i adquisions a l'Argentina, Turquia, Argèlia, Marroc i Iran.

Encara amb problemes financers i buscant un soci industrial el 1999 va formar una aliança amb Nissan Motor de Japó, a on Renault té el 43,4% de les accions de Nissan, mentre que Nissan té el 15% de les accions de Renault. Tot i això cadascun conserva la seva pròpia cultura corporativa diferent i la identitat de marca.

El grup Renault està compost per la pròpia Renault, Dacia de Romania, i Renault Samsung Motors de Corea del Sud. També té una participació en AvtoVAZ de Rússia.

ii. Definició

L'empresa ho concep com un sistema, i al que expressament anomena sistema, per poder estendre les seves pràctiques industrials, d'una manera estandarditzada i d'una manera correcta a tot el món. L'empresa també expressa la voluntat de desplegar en tot el seu potencial aquest sistema i que formi part d'una veritable filosofia de management.
Renault hi ubica tres estratègies en el seu sistema: la dimensió de les eines, la dimensió del management, i la dimensió com a sistema.

L'empresa el defineix com a sistema ja que per a ells tots els components que hi formen part estan entrelligats, i creen una sinèrgia molt poderosa per acostar-se el més a prop possible cap el Seu darrer objectiu: l'excel·lència diària.

És molt interessant remarcar que un sistema nascut més enllà del dos mil, a la seva pròpia definició, vulgui convertir-se en una filosofia de management. També cal destacar que el sèu objectiu últim sigui l'excel·lència a la que mai arribaran, i que el seu objectiu real és acostar-s'hi el màxim possible. Les similituds amb els termes de millora contínua i cerca de la perfecció són inevitables.

L'empresa defineix el sistema amb quatre punts:

- Assegurar que es produeix amb el nivell de qualitat requerit a tots els clients interns i externs.
- Reduir els costos globals.
- Fer els productes requerits en el moment requerit.
- Promoure donar poder a les persones, i el respecte mutu.

iii. Història

L'empresa va ser durant els anys 80 una de les primeres a apuntar-se com a pilot, tal i com proposaven Womack i Jones durant les conferències que realitzaven en aquella època per al sector de l'automoció. Fruit d'aquelles proves l'empresa es va anar formant en el sistema *lean*. A partir de l'any dos mil, amb l'impuls del CEO Carlos Ghosn, aquest ampli rang de projectes focalitzats en la senyalització, la millora, el manteniment autònom i el control de qualitat, amb millor o pitjor resultat, va anar conformant el sistema SPR.

El desenvolupament de la Renault Production Way va començar el 1998 amb la formació del Departament de Sistemes Industrials de Rendiment (DPSI- Industrial System Performance Department). Com a aportacions hi ha estudis d'altres sistemes de producció i els seu desenvolupament va donar un gran pas cap endavant l'any 1999, amb un profund intercanvi d'experiències amb Nissan, particularment amb la planta de muntatge de Sunderland al Regne Unit, que encapçalava amb regularitat el rànquing d'eficiència industrial, amb puntuacions de fins a un 40% per sobre de la mitjana europea.

El Sistema de Producció Renault (SPR), l'estàndard utilitzat per totes les plantes de Renault, beu àmpliament del Nissan Production Way, tot i que s'autodefineixen com a diferents. I des de que ha estat aplicada, la productivitat de Renault ha millorat en un 15 per cent. (Renault, 2003)

Utilitzant les millors pràctiques de Renault i Nissan, els socis de l'Aliança han desenvolupat el Procés Comú de la aliança Renault-Nissan o Alliance Integrated Manufacturing System (AIMS). (Renault Nissan, 2009). Es preveu el seu desplegament a partir del 2015-17.

iv. Objectiu

L'objectiu del sistema de producció de RENAULT, en francès *Systeme de Production Renault* (SPR) és assegurar que les plantes de l'empresa es puguin beneficiar-se del sistema de producció de més alt rendiment de tot el món.

A la taula on es defineix l'objectiu principal del sistema hi apareixen dos termes: la qualitat i la producció *lean*. En aquesta mateixa taula s'hi enquadren la visió, els objectius, els principis i les guies.

Figura 21. Objectius i Principis del SPR. (Renault, 2003)

v. Representació:

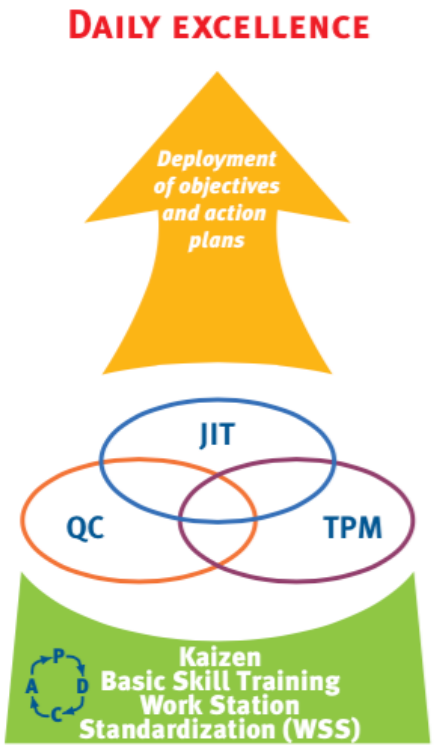


Figura 22. Representació del model SPR. (Renault, 2003)

En aquest cas el dibuix que defineix el SPR no té forma aparent de casa, ni de temple, però hi podem trobar la mateixa arquitectura, amb la mateixa forma, I amb els següents elements:

- Base: amb l'estandardització, la millora contínua (Kaizen), les cèl·lules de treball, la formació, i el PDCA.
- Pilars: com a pilars hi trobem la qualitat, el Just-In-Time, i el manteniment preventiu.
- Sostre: A dalt de tot hi trobem el desplegament dels objectius i els plans d'accions corresponents.

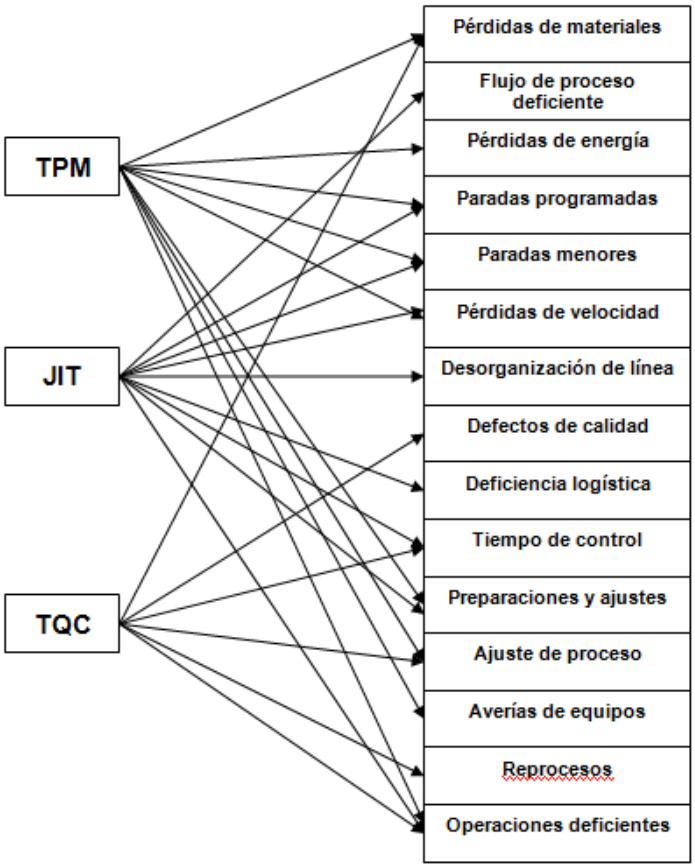


Figura 23. Connexió dels pilars del SPR amb les pràctiques lean vistes a la Taula 26. (Renault, 2003)

vi. Principis

A la Figura 21 també hi trobem els principis degudament relacionats amb els objectius. Aquests són:

- Dissenyar i fabricar productes amb zero defectes.
- No acceptar o tirar endavant productes defectuosos.
- Maximitzar el rendiment de la força laboral.
- Minimitzar el cost dels materials.
- Maximitzar l'eficiència econòmica de l'equipament.
- Incrementar la reactivitat a la demanda del client.
- Mantenir la programació de la producció.
- Minimitzar els nivells d'estoc.
- Involucrar a tots els treballadors
- Treball en cooperació
- Desenvolupar habilitats.
- Protegir el medi ambient.

vii. Contingut:

Dintre de l'apartat d'implementació del sistema del manual intern de management del SPR, hi trobem descrits cada un dels components que el conformen.

Estandardització:

Per a Renault la estandardització significa la millor manera per aconseguir una tasca determinada en un moment determinat.

Renault defineix l'estandardització com una pedra mestra del Seu sistema SPR i com una base per a un efectiu SDCA. Sense estàndards no hi pot haver progrés ni gestió eficient del coneixement. Per al SPR la estandardització s'aplica a qualsevol activitat repetitiva de qualsevol departament.

Les eines que utilitzen son el SOS (Standard Operation Sheet) com a eina de diàleg entre el manager i els operaris, i el POS (Process Operation Sheet) que podríem dir que són recomanacions d'enginyeria per a un procés determinat plasmades en un document. El SOS descriu no només el procediment que s'ha de seguir, sinó també els punts clau que garanteixen la qualitat de la operació.

L'estandardització del SPR, compren:

- S La seguretat
- Q Al més alt nivell de qualitat,
- C El cost de tot tipus en un procediment
- D El temps d'entrega.

El coneixement i ús per part dels operaris que fan dels estàndards, es troben reflectits en una matriu d'ILUO, en que es defineix com a :

- I: L'operari coneix cóm realitzar les tasques en el temps requerit, però requereix ajuda davant una dificultat.
- L: l'operari pot executar les tasques independentment.
- U: l'operari pot ajudar i formar altres operaris en les tasques descrites.

En aquesta part el sistema descriu la versatilitat i polivalència dels operaris com una de les activitats clau d'un mànager. Ja que una deficiència de polivalència o habilitats suposa una vulnerabilitat als problemes. Aquesta polivalència es mesura de manera que cada operari pugui treballar en tres estacions, i que tres operaris diferents coneguin cada estació.

El SPR hi dedica un apartat "estandardització i control de qualitat" en el que relaciona estandardització i estabilitat.

Un altre apartat "estandardització i millora", a on confirma la estandardització com la base, i hi diu explícitament que mai estarà complet, i que ha d'evolucionar, tant per les millores estructurals, com a reacció a incidents de qualitat. En aquest punt recomana el SCDA/PDCA.

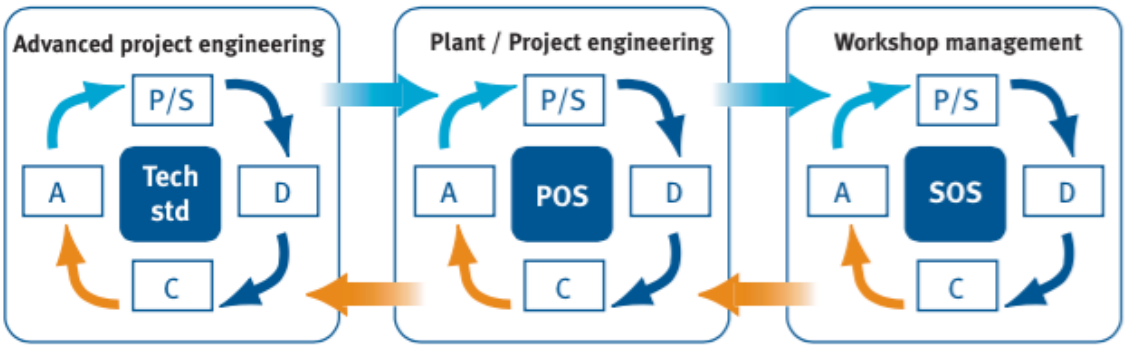


Figura 24. Ús del SDCA/PDCA en les eines de l'estandardització (POS i SOS). (Renault, 2003)

D'una manera destacada el SPR defineix el rol del mànager com un dels jugadors clau en la estandardització. Li encarrega els següents rols:

El rol del teamleader:

- Definir el millor procediment que cal aplicar a cada moment
- Crear el SOS
- Aplicar el SOS
- Formar els operaris
- Assegurar-se que els operaris segueixen l'estàndard
- Millorar l'estàndard, ja has resolta car en particular mitjançant el kaizen.
- Implementar les accions decidides

El rol del manager de millora:

- Organitzar el desplegament dels estàndards
- Validar els estàndards
- Assegurar-se que el sistema de seguiment és robust
- Seguir el lloc de treball regularment
- Identificar les accions prioritàries

El rol del mànager de planta/departament

- Assegurar-se que hi ha les condicions adequades per implementar l'estàndard
- Assegurar el compliment dels principis d'estandardització
- Assegurar-se que hi ha els recursos necessaris per poder complir amb els estàndards diàriament
- Organitzar la estandardització assegurant la transferència del coneixement

El concepte Kaizen:

En el manual SPR es defineixen dos tipus de millores, les que s'anomenen puntuals o de ruptura, i les pròpies de millora contínua, anomenada aquesta última Kaizen, sense ambigüitats -és a dir amb el nom estàndard.

Així com el primer tipus de millora es refereix a noves línies, innovacions tecnològiques, i les que inclouen els canvis organitzatius. Aquest tipus de millores només es porten a terme si hi ha una ràtio cost benefici adequada.

En canvi al Kaizen, el SPR, el defineix com fer millores constantment, en petits increments, sense que necessàriament s'hagi d'incórrer en grans despeses. El SPR, relaciona el Kaizen amb la observació al Gemba.

Evidentment el SPR, no troba incompatibles aquestes dos maneres de millorar, sinó tot el contrari, es consideren totalment complementàries.

Figura amb els dos tipus de millora:

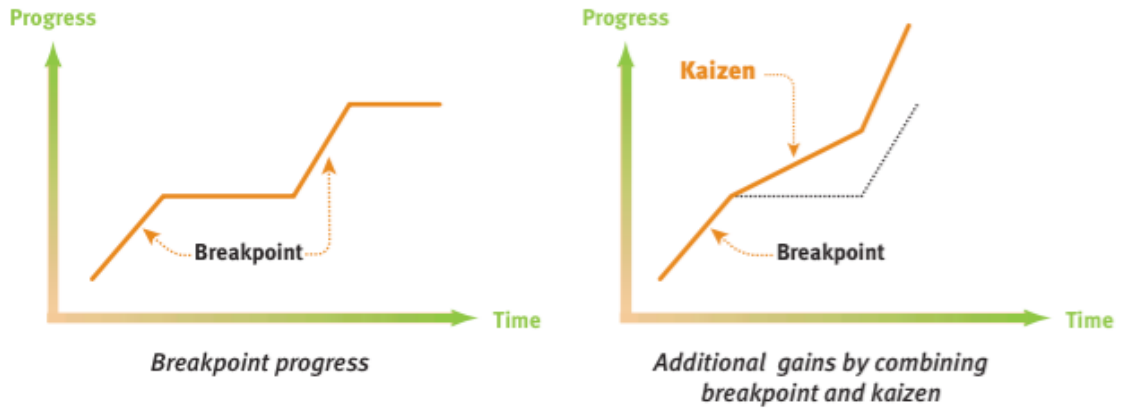


Figura 25. Combinació del Kaizen amb el Kaikaku, al SPR. (Renault, 2003)

El SPR detalla que el Kaizen busca eliminar els malbarataments, i que la conseqüència hauria de ser generalment una millora d'algun dels indicadors QCDHRE (Qualitat, Cost, Retard, Recursos Humans i Entorn, de l'anglès *Quality Cost Delay Human Ressource Environment*).

Per a fer un Kaizen, el SPR requereix treball en equip, comunicació i transparència total.

Les passes d'un Kaizen segons el SPR són:

- Definir la situació inicial, a través de l'observació dels estàndards
- Determinar els objectius
- Plantejar les accions que tanquin el gap
- Implementar les accions identificades

Els rols del managers en el transcurs d'un kaizen:

El rol del teamleader:

- Coordina els projectes programats
- S'assegura que les operatives de línia són contemplades en el procediment
- Implementar el procediment d'acord amb l'estàndard
- Assolir els objectius de cada projecte
- Implementa regularment petits Kaizen
- Implementar les accions

El rol del mànager de millora:

- Definir el desplegament anual de kaizen events d'acord amb els objectius la productivitat
- Determinar els objectius dels Kaizen, comprovar que s'han implementat, i mesurar els guanys reals
- Documentar les accions i assegurar-ne la difusió

El rol del manager de planta/departament:

- Assegurar-se que el programa de millora ha sigut definit i que els objectius s'han assolit
- Mirar que les condicions necessàries per implementar Kaizen, són a lloc.
- Ajudar a que el Personal s'involucri.
- Assegurar-se que la filosofia de millora es desenvolupi tots els nivells

El concepte de Qualitat:

En el SPR —tot i que la qualitat encara s'anomena "*Quality Control*"— el focus de la qualitat està en el management diari d'aquesta i en les principals eines d'assegurament de la qualitat.

El sistema de qualitat compren l'estandardització mitjançant el fer-ho bé a la primera "getting it right the first time", i la vigilància dels estàndards.

Per a la qualitat, segons el SPR, l'estandardització és una pedra capital, tant per indicar el mètode correcte, com per conèixer les regles de seguiment adequades. Aquestes regles comprenen tant la monitorització, és a dir els indicadors, com una resposta adequada a cada incident. Així el binomi estandardització i estabilitat també els trobem aparellats en el SPR.

Per al seguiment d'aquesta estabilitat, el SPR proposa l'ús del QRQC (Quick Response Quality Control) a cada un dels nivells organitzatius mitjançant trobades diàries.

Les principals directrius i eines que el sistema de qualitat utilitza són:

El QC (Quality Control Story): és la metodologia per a la resolució de problemes, i de fet una eina estàndard d'ús diari. Recomanada per analitzar qualsevol tipus de mal funcionament a qualsevol nivell o departament. La QC-Story s'ha de realitzar en grup, tracta d'entendre la situació inicial, s'hi analitzen les causes arrel dels problemes i es proven d'eliminar definitivament amb un petit pla d'accions robust.

Les 9 passes que s'hi descriuen en el manual, Coincideixen amb la metodologia A3:

1. Escollir el tema
2. Detallar les raons de la selecció
3. Entendre la situació inicial
4. Definir els objectius
5. Analitzar la situació inicial
6. Implementar les mesures
7. Confirmar els efectes
8. Estandarditzar
9. Sintetitzar-ho i definir plans futurs

Per a resoldre problemes molt senzills, en el SPR s'hi recomana utilitzar directament alguna de les 7 eines de qualitat estàndards.

La Matriu-QA (Quality Assurance matrix):

La matriu QA és descrita com una eina de qualitat per mesurar i millorar el nivell d'assegurament de la qualitat en els processos de fabricació.

El Pokayoke:

És molt significatiu que el SPR, descrigui com una de les eines principals, vital fins i tot, el poka-yoke. Se la descriu com una eina que prevén els errors humans i els oblits en el lloc de treball. També com a dispositiu simple i efectiu, que garanteix l'execució satisfactòria d'operacions complexes, infreqüents o amb molta diversitat, que poden tenir el risc de cometre una equivocació.

De totes maneres, contradient la definició aportada pel propi sistema es classifiquen els poka-yoke en tres nivells segons la qualitat del assegurament i el nivell d'eficiència:

- Alerta: l'errada és detectat I una alerta és enviada
- Control: l'errada és pactada I la fabricació aturada
- Prevenció: l'errada és previnguda abans que succeeixi.

Òbviament també en aquest punt el sistema dóna uns rols determinants als diferents mànagers en la operativa de la qualitat.

El TPM (Total Production Maintenance):

El TPM es defineix com la millora global del rendiment de les instal·lacions industrials, De manera particular per l'increment de la disponibilitat de les màquines, i assegurar el compliment amb els ratis de producció normals.

EL TPM dins el SPR assoleix aquest objectiu a través de desenvolupar la capacitat de l'equip, d'identificar, analitzar i eliminar tota les causes de parada de les instal·lacions, i implementant els cinc pilars de l'estratègia TPM.

Les tres principals famílies de causes a identificar son:

- Pèrdues per equip
- Pèrdues per personal
- Altres pèrdues.

I els cinc pilars de l'estratègia TPM són:

1. Manteniment autònom
2. Manteniment preventiu planificat
3. Millora o eliminació de la pèrdua cas per cas, Mitjançant el QC-Story, el A3 en un sistema *lean* estàndard.
4. Formació i pràctica
5. La gestió del coneixement i projectes TPM

Aquí evidentment els diferents mànagers també tenen uns rols i unes tasques a fer i seguir.

El JIT (Just-In-Time)

Sense cap tipus de disfressa el SPR té en el JIT un dels seus pilars.

El JIT queda definit en el SPR com l'assegurament que els productes necessaris són fabricats en el moment adequat. L'estratègia del JIT juga un paper primordial optimitzant els fluxos logístics i de producció.
En aquest punt al SPR manifesta la necessitat d'una organització del flux de producció *LEAN*, en una línia tibant, i sincronitzada amb els clients i proveïdors.

Reconeix que aquesta mena d'organització significa eliminar els malbarataments, de quantitat o temps, del flux logístic i del flux d'informació, i de disposar dels recursos necessaris d'una determinada manera.

El resultat d'això afegeix és una reducció dels inventaris i del temps de flux del procés.

Per optimitzar el flux, el SPR proposa dividir el procés en dos activitats:

- Activitats de valor afegit, que transformen el producte en quelcom demanat pel client.
- Malbaratament: activitats que no afegeixen valor el producte.

Els set malbarataments:

7 wastes	
Over production	Produce more than is necessary or at a faster pace than the ensuing process requires, an extremely frequent case.
Iventories	A direct consequence of over productions, inventories are seen as a contingency stocks and mask a product process malunction (non-quality, non-flexibility and non-reliability). In addition, they account for a significant cost for the company, without any added value for the customer.
Waiting time	Downtime between operations have no added value. There are various causes (part delivery delay upstream; machine overload; task time imbalance...), which should be reduced to a minimum.
Unnecessary transport	The transport of parts has no added value and should be reduced to the strict minimum, or even eliminated.
Unnecessary operations	The processes may include unnecessary operations that can be eliminated without undermining the produce. For example, this is the case of: - a quality control which might be eliminated by better process control, - operations generating non-quality.
Production defects	Correcting and repairing faults incur unnecessary expenditure in terms of manpower and additional equipment.
Unnecessary movements	All movements, gestures or travelling by the operator which do not add any value to the product. In particular, this waste is analysed during the Kaizen 2 Day and Kaizen 2 Hour activities.

Taula 40 Malbarataments. (Renault, 2003)

Per al SPR, el JIT és a més una gran eina de gestió visual que subratlla els mal funcionaments en el sistema de producció. Com que treballar en JIT suposa flexibilitat per produir en la seqüència demanada pels clients, tenir la fiabilitat de la producció en el temps de resposta, i evidentment la qualitat necessària sempre bé a la primera, qualsevol cosa que no sigui això quedarà en evidència.

Millora continua. Assoliment d'objectius

Els objectius dels plans d'accions són desplegats a tots els nivells de la planta en totes les funcions. Aquests consisteixen en

- Definició anual dels objectius QCDHRE d'acord a un diagnòstic estructural.
- Seguiment regular dels plans d'accions I de l'assoliment dels objectius.

Els objectius i les transaccions són desplegats en una seqüència de cicles PDCA a través de tots els nivells de Management.

La manera en què al SPR defineix el desplegament a través de la organització s'assembla molt el que proposa la metodologia Hoshin.

Així en el SPR, els objectius anuals son la P (Plan), que al seu torn venen d'un diagnòstic previ A (Act). Aquests objectius són desplegats mitjançant uns plans D (Do), que són seguit i monitoritzats C (Check), per poder veure les desviacions, aprendre i poder donar el feedback que permeti millorar A (Act)

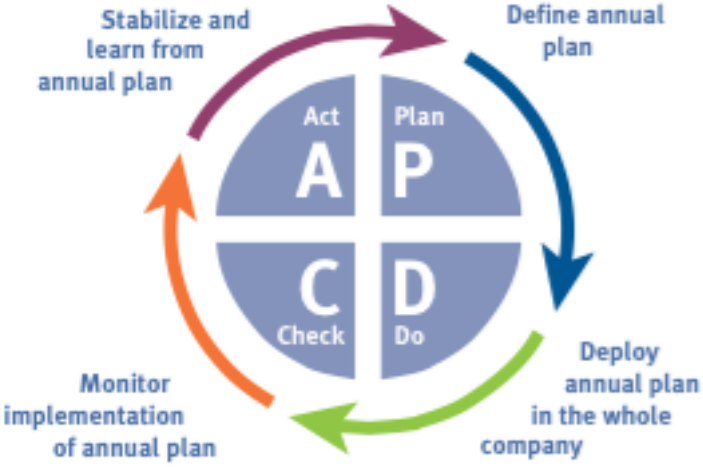


Figura 26. Cercle PDCA. (Renault, 2003)

El SPR proposa "desplegar" per l'estructura aquests cicles PDCA que "uneixen" el nivell superior amb el nivell inferior, i a cada nivell. A aquest procés se'l anomena catchball, tant a la metodologia Hoshin, com en el SPR.

El seguiment proposat pel SPR és amb una freqüència d'entre un i sis mesos.

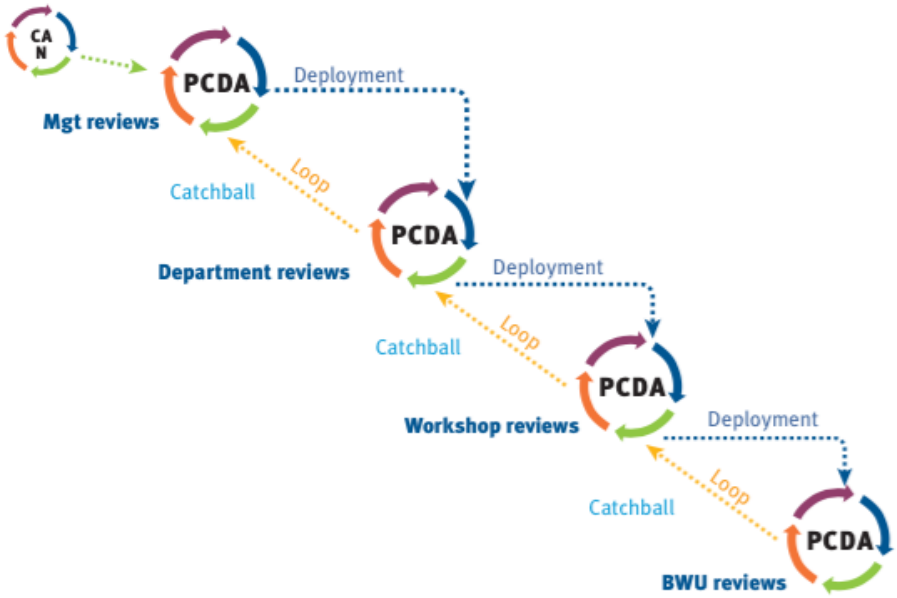


Figura 27. Taula de catchball i PDCA. (Renault, 2003)

b. Descripció del model de Nissan (NPW)

El **Nissan Production Way** és el Sistema de Producció de Nissan

i. Introducció

Nissan Motor Company és un fabricant d'automòbils japonès, que prové d'una companyia amb una llarga tradició industrial i tecnològica, fet que ha deixat empremta a la companyia. Actualment té la seva seu a Nishi-ku, Yokohama, Japó.

La empresa mare, *Nihon Sangyo* (Nissan era la seva abreviatura a la borsa de Tòquio) va ser fundada al 1928 per Yoshisuke Aikawa. Aquesta companyia incloïa des de fundicions a tecnològiques -de l'època- com Hitachi. Però no fabricava automòbils.

Per la seva banda un altre japonès, Masujiro Hashimoto, fundà el 1911 una companyia de fabricació d'automòbils amb el nom de *Kwaishinsha Motor Works*. Aquesta companyia produïa camionetes amb el nom comercial de DAT, i cotxes més petits amb el nom de DATSON (com a curiositat: el fill de DAT). El 1931, es va afiliar a una empresa de *Nihon Sangyo*, i el 1934 ja formava part del conglomerat amb el nom de Nissan Motor, com a entitat pròpia.

Nissan motor, va tenir una gran impuls durant la segona guerra mundial, i posteriorment amb la guerra de Corea. Durant les següents dècades va continuar la seva expansió no només en mercats sinó també en plantes de producció a tots els continents.

El 1999, Nissan s'enfronta greus dificultats financeres, fet que va provocar que Nissan entrés en una aliança amb Renault SA de França, a on Renault té 43,4% de les accions de Nissan, mentre que Nissan té el 15% de les accions de Renault. Tot i això cadascun conserva la seva pròpia cultura corporativa diferent i la identitat de marca.

Un fet rellevant és el nomenament, el 2001, com a director general de Nissan de Carlos Ghosn. Aquest va llançar el "Nissan Revival Plan" amb el que la companyia s'ha recuperat en el que es considera com un dels més espectaculars canvis corporatius en la història. El 2005, Ghosn també va ser nomenat President de Renault.

Nissan Motor ven els seus cotxes sota les marques Nissan, Infiniti, i Datsun.

ii. Definició

"En termes simples, es tracta d'un sistema global de fabricació estàndard basat en els principis de la producció lean, i té com a guia la qualitat i l'eliminació dels malbarataments." (Nissan Motor Manufacturing (UK) Ltd – Sunderland Plant, 2007)

El sistema es basa en el principi que, a la producció, el valor és afegit a través de les persones, màquines, materials i mètode (les 4'M), i que el producte final és mesurat per la qualitat, cost i entrega.

L'objectiu final del sistema és l'anomenat Douki Seisan, que significa "situació ideal". Nissan basa el seu treball habitual, per assolir els objectius de producció, en la seva pròpia perspectiva de direcció anomenada Douki Seisan, això significa produir la quantitat demanada amb una qualitat perfecta en un temps planificat i en la seqüència prevista. La meta de l'Douki Seisan és seguir millorant cada vegada més la fabricació interna i la cadena de subministrament; coordinant i sincronitzant la producció entre Nissan i els seus proveïdors.

Per aconseguir aquest objectiu Nissan utilitza les eines del "Nissan Production Way" (NPW), el Douki Seisan és llavors l'objectiu constant del NPW. La idea és llavors sincronitzar la producció perquè ni Nissan, ni els seus proveïdors fabriquin més peces de les necessàries abans de que siguin necessàries, i passar del sistema de fabricació tipus "Push" al tipus "Pull" a la cadena de subministrament. El NPW està dotat d'eines per detectar, preveure i eliminar qualsevol element innecessari, o malbaratament, tant en el flux de producció com en el dels serveis.

iii. Història

De la mateixa manera que la resta de fabricants d'automòbil, Nissan, tampoc va descriure un sistema de producció abans de la dècada dels vuitanta del segle passat. Però ja des del 1985 a les fàbriques de Nissan, ja van començar a treballar per estandarditzar i avaluar les tasques del procés de producció. En els anomenats cicles de gestió PRCA, ja s'utilitzaven activitats com TQC, TPM i JIT. També es posa en valor i consideració la formació en la millora de la habilitat tècnica, Així com en qualitat (Q), termini (D), i cost (C). (Nissan, 1996, pág. 6)

De totes maneres les activitats eren massa independents, i la utilització dels coneixements d'un lloc de treball a un altre eren més limitats. Mètodes aparentment desconnectats podrien causar confusió en algunes de les plantes, Així com en els proveïdors.

Mentre es donava forma al sistema, la indústria automobilística vivia un moment decisiu.

Per a Nissan, el mercat domèstic havia de madurar, i la indústria no podia esperar increments de vendes associats a canvis de moneda. Per elevar la seva competitivitat, la qualitat, el cost, i el desenvolupament eren cada cop més importants. Al igual que la resta de competidors, estaven constantment obligats a millorar. Això conforma el *Gemba Kanri*, és la base per fabricar els seus productes segons el Nissan Production Way. (Nissan, 1996)

El Nissan Production Way (NPW) va ser establert el 1994

iv. Objectiu

El Nissan Production Way –la Manera Nissan de Produir– busca produir vehicles de la més alta qualitat, de la manera més eficient possible.

Aplicant correctament i consistentment el sistema, hauria de ser possible:

- Millorar la satisfacció del client
- Assegurar un ús efectiu dels recursos financers
- Millorar la capabilitat de la fabricació

Un altre objectiu, també descrit, és posar per davant de tot el client. Així un dels indicadors globals d'èxit del sistema de producció que NPW defineix és la qualitat dels cotxes que surten de la línia.

Recordem que el Douki Seisan és el terme japonès que significa "situació ideal" d'un sistema de fabricació. És un estat de Producció on absolutament tots els processos de fabricació (incloent la base de subministrament) reben les ordres d'informació al mateix temps, permetent-los programar i construir l'ordre. Això estableix un flux consistent de productes sense cap tipus de disrupció què seqüència la producció.

Per altra banda, aquesta situació ideal, queda definida per quatre punts: (Nissan, 1996, pág. 12)

1. Garantir la Qualitat en tots els productes que seran utilitzats en el següent lloc de treball.
2. Produir els productes que es necessita en el següent lloc de treball en quantitat necessària i en el temps requerit. Això vol dir que l'estoc de productes acabat s'ha de reduir al mínim imprescindible.
3. Produir amb el mínim de recursos (persones, materials, màquines i temps). Si la ineficiència (Muda) es identificada, s'han de presentar canvis per millorar el estàndard
4. Valorar els recursos humans, ja que el més valuós recurs són sempre les persones.

v. Representació:

Tot i que el NPW no utilitza formalment una casa per representar el sèu sistema de producció, la representació utilitzada superposa una sèrie d'elements des de la base fins a un sostre ideal. De fet, tot i no ser una casa, a la base hi ha els elements que ho sustenten tot, en aquest cas els elements de fabricació, enginyeria, control de la producció i logística. En comptes de columnes aquí hi trobem tres cercles que connecten aquesta base amb el sostre ideal. Aquests tres cercles corresponen a: manteniment total (TPM), el just a temps (JIT), i a la qualitat (QCS). Tots aquests contribueixen a la qualitat total (TQM) fins arribar al sostre ideal anomenat Douki Seisan, o sistema de fabricació ideal. De fet gairebé una casa o un temple.

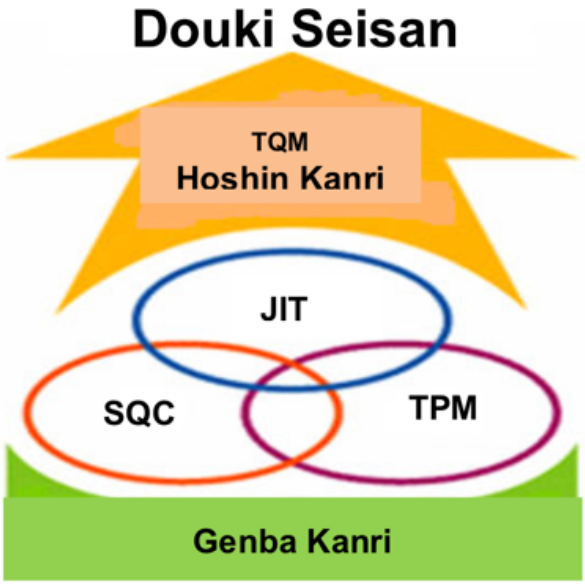


Figura 28. La representació del NPW. (Nissan, 1996)

vi. Principis:

Gemba Kanri (GK) és la base de que sosté tota l'estructura del NPW, el sistema de gestió de planta per millorar les aptituds de les persones, i assolir una fàbrica forta, basada en l'estandardització i la millora contínua dels processos. Els elements que conformen el NPW són (Aguirre, 2011):

1. Gestió de la Qualitat total (TQM - Hoshin Kanri), per millorar l'aptitud de tota l'empresa i aconseguir els objectius amb l'aplicació del cicle PDCA.
2. Manteniment Preventiu total (TPM), que augmenta la eficiència dels equips mitjançant la identificació dels malbarataments.
3. Control Estadístic de la Qualitat (SQC), que facilita l'anàlisi per a la detecció i eliminació de defectes, i les accions a emprendre, mitjançant l'anàlisi quantitativa.
4. Just a temps (JIT), per reduir les existències i els temps de fabricació mitjançant la identification i eliminació dels malbarataments en el flux dels materials i transport.
5. "Hoshin" És una paraula japonesa que significa "Política". "Kanri" significa "Control" o "Gestió". Per Tant, "Hoshin Kanri" significa "Gestió per Polítiques".

Per altra banda la direcció de fabricació utilitza el sistema per incrementar l'aprofitament de l'estructura a qualsevol situació, per difícil que sigui, i també per crear una base comuna, independentment d'antecedents històrics, per produir els seus productes. (Nissan, 1996, pág. 5)

En el sistema es posa per davant el concepte "la satisfacció del client és el primer", ja que l'objectiu de negoci és proporcionar als clients excel·lents cotxes de forma raonable i eficient. Traduït a termes de producció, l'objectiu ha de ser produir productes amb qualitat, termini i cost. Mitjançant la millor utilització dels elements de producció: persones, materials i màquines.

Aquests principis, es desglossen en els 22 principis del Genba Kanri, més concrets:

Figura 29. Esquema del sistema NPW. (Nissan, 1996)

vii. Contingut:

Les 4'M

En tots els conceptes NPW contempla els 4 eixos causa dels problemes i destí de les solucions: les Persones (Ma d'obra), el Material, les Màquines i el Mètode. (Nissan, 1996, pág. 17)

Els criteris de Qualitat.

Els criteris de qualitat, segons el NPW, significa que totes les tasques i totes les persones implicades en produir, han de donar prioritat a la qualitat i a la satisfacció dels clients, entenent que aquests també ho són els clients interns. (Nissan, 1996, pág. 9)

Assegurar la qualitat

El concepte de criteris de qualitat, també contempla l'assegurament al 100% de la qualitat requerida als processos posteriors. Per a apuntalar aquest criteri, el NPW proposa utilitzar diverses tècniques: (Nissan, 1996, pág. 55)

- **Control estadístic:** Hi ha diversos factors que afecten les característiques de qualitat. Per garantir la qualitat és necessari mantenir les variacions dins d'uns límits, i eliminar la dispersió.
- **Aplicar Poka-Yoke:** anti-error per eliminar errors i defectes provocats per un funcionament anormal.
- **Complir amb l'operació estàndard:** El NPW vincula la estabilitat amb la estandardització. Aquesta és una tasca específica del management: aconseguir que tot pugui funcionar i funcioni d'acord amb els estàndards, especialment els de qualitat i TPM.
- **Incorporació de la inspecció al procés.** Es necessari garantir el no passar els defectes, assegurar que els problemes es troben ràpidament i la rectificació sigui immediata.
- **Parar la producció.** Seguint els estàndards per prevenir l'entrega de defectes, i poder analitzar la causa i responsabilitat. Concepte semblant al cordó vermell del TPS.
- **No rebre defectes.** El receptor del defecte ha d'informar al anterior de la fallada.

Malbarataments:

NPW vol assolir la imatge ideal definida pel concepte bàsic de "criteri de qualitat, eliminació completa de muda (ineficiència)", per maximitzar l'eficiència en totes les activitats productives. (Nissan, 1996, pág. 8)

Complir amb aquest criteri significa l'eliminació completa de MUDA (malbaratament), i això representa l'eliminació d'aquestes tres categories: (Nissan, 1996, pág. 9)

- Muda per pèrdua d'oportunitats
- Muda per malbaratament de recursos. D'aquesta categoria hi ha sis tipus:
    - Rebuig per emmagatzematge
    - Rebuig amb transport
    - Rebuig per inspecció
    - Rebuig per procés del treball
    - Rebuig per funcionament
    - Rebuig per instal·lacions

- Muda per retreballs

Figura 30. Els malbarataments segons NPW. (Nissan, 1996)

El Kaizen:

Contínuament en el sistema s'han de realitzar millores per aconseguir beneficis. I s'ha de considerar la millora de manera global, en comptes de buscar beneficis de forma particular que poden ser rendibles. O fins i tot costoses millores puntuals.

NPW defineix com a primer paper del taller complir amb el programa de producció, essent el segon la realització de kaizen. Per a això es realitzen els PDCA. Per a realitzar petites millores incrementals, sense haver d'esperar a la gran millora. (Nissan, 1996, págs. 18-22)

Per al NPW l'equilibri entre millores i les 4M's sempre està en entredit, i contínuament en observació. Una millora es considera com a tal quan el seu benefici és global, sense perjudicar a cap altre lloc ni aspecte. (Nissan, 1996, pág. 18)

La estandarització

L'estandardització és un model, un suport per a tot el treball emprès i base per a les activitats de la producció. La norma és una mostra de les condicions més adequades i el millor ambient de treball que nosaltres podem utilitzar. L'estandardització pot ser millorada pel progrés tecnològic i el perfeccionament d'habilitats. D'altra banda són més fàcils de detectar els problemes en revisar anormalitats originades de la no aplicació de l'estàndard. (Nissan, 1996, págs. 34-36)

Hi ha descrites cinc tipus de estandardització: (Nissan, 1996, pág. 35)

1. Estandardització de la operació:
    - Full estàndard de procés (JI), full d'operació estandarditzada (SOS), temps estàndard
2. Estandarització de les operacions de l'empresa:
    - Planificació, kanban, nivells de material, informació...
3. Estandarització del control de les instal·lacions
    - Full estàndard d'ús, de revisió (TPM)...
4. Estandarització del control de qualitat
    - Gràfic de control del procés, inspecció estandarditzada
5. Estandarització de la formació
    - Passes de formació...

Amb la estandardització s'ha d'assolir, per a qualsevol moment, produir amb el mínim de recursos (persones, màquines, material i temps), per a poder assolir els objectius.

La norma amb l'estàndard, ha de ser millorada. Es considera que la millora és interminable, és a dir continua. (Nissan, 1996, pág. 37)

L'estandardització i el cicle PRCA són les bases de la gestió del Gemba Kanri. (Nissan, 1996, pág. 33)

Cicle PRCA (PDCA en anglès)

El cicle PRCA, en el NPW, es basa en quatre passes P-Planificar, R-Realitzar, C-Comprovar A-Actuar.

1) **P-Planificar:**

La planificació consisteix en establir uns objectius i definir els mitjans per assolir-los.
Així com clarificar les causes de l'espai entre l'ideal i la situació actual en el sistema i els mètodes, per a utilitzar de la forma més eficient les 4M (Persones, Materials, Màquines i Mètodes).

2) **R-Realitzar:**

La execució de la planificació. El treball pot implicar, una nova operació o un canvi d'instrucció per una operació. El NPW dona molta importància a la formació i entrenament perquè un canvi pot contenir tal quantitat d'accions, i cal capacitar els col·laboradors per tenir l'habilitat i capacitat per millorar la qualitat i quantitat de la seva feina i així aconseguir els propers nous objectius, així com motivar els col·laboradors, i coordinant cadascuna de les seccions implicades

3) **C-Comprovar:**

El NPW no concep el cicle de canvi realitzant-se simplement per donar ordres, instruccions i formació. Es requereix una revisió periòdica per veure si les activitats estan en línia amb l'objectiu.

Hi ha dues formes de revisar; determinant si el treball es realitza d'acord amb l'estàndard (revisió de Persones / Materials / Màquines / Mètodes), o revisar si el rendiment de Qualitat-Entrega-Cost és el que es va programar. (revisió de resultats).

Al analitzar els resultats és important identificar els problemes correctament. Revisar les condicions que provoquen els resultats és més important que revisar en si mateixos els resultats.

4) **A-Actuar:**

Quan un objectiu s'aconsegueix, després de la revisió, es marcar un objectiu més elevat. Això ho ha de reflectir qualsevol mètode i amb la nova informació disponible millorar la norma.

I si no s'aconsegueix, es proposa revisar el pla d'actuació i les mesures per a realitzar el proper cicle PRCA. Tenint cura de les anormalitats perquè no tornin a succeir

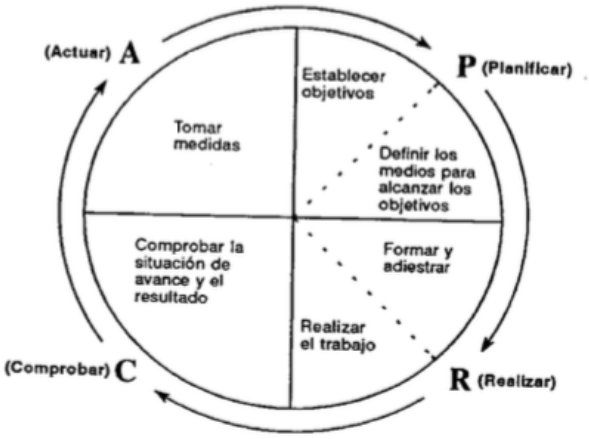


Figura 31. PDCA del NPW. (Nissan, 1996)

El concepte de Just-In-Time

JIT, per a NPW, significa observar l'estàndard establert (operació, quantitat de material necessari, takt) per a produir els productes segons un pla que també té en compte l'ordre de producció. (Nissan, 1996, pág. 13)

Tant l'excés de producció, de productes en procés, com de productes acabats s'ha d'evitar, i reduir-se al mínim imprescindible, per tal entre d'altres coses no ocultar malbarataments. (p13)

Es dona molta importància a realitzar la producció en la quantitat requerida, i en el temps planificat. (Nissan, 1996, pág. 16)

Per assolir aquest principi, el sistema de producció de Nissan proposa les següents estratègies, tècniques i metodologies:

- **Flexibilitat** per adaptar-se a la variació de demanda. Aplicant models de treball capaços de permetre variacions a les 4M's amb els mateixos nivells de Qualitat-Entrega-Cost
- **TPM** als seus diversos nivells, per eliminar les parades per anomalies a les instal·lacions. Creació d'estàndards de neteja, automanteniment i autoqualitat.
- **Complir amb les SOS.** Seguiment i adherència als temps de cicle (anomenat STAR) de les fulles d'operació estandarditzada.
- **Ordre de producció.** Per poder complir amb el que s'ha planificat no es pot alterar l'ordre de fabricació (anomenat SSAR). Fins i tot els defectes, un cop resolts, han de tornar al seu lloc de seqüència.
- **Lots petits.** A través de la reducció dels temps de preparació de les màquines (mitjançant l'anomenat SMED), y adaptabilitat d'aquestes.
- **Minimització del estoc del procés.** A través de la producció sincronitzada, per crear un flux mínim i estable de productes.
- **Minimització d'estoc entre processos.** Per assolir-ho es requereix un control del estoc, determinat per una quantitat mínima i màxima, i un lloc acordat.

Les tècniques d'observació:

Tenint en ment l'ideal del Douki Seisan, i relacionat amb observar la distància entre aquest ideal i la situació inicial, el NPW proposa unes tècniques per descobrir que succeeix, el que simplement anomena: els fets.

1) La primera tècnica és l'anomenada política 5 "Gen", que significa observar al taller i considerar els principis i regles generals. De fet, el que es proposa es observar si es segueix el sentit comú:

   1. Observar principis generals
      a. Provisió i Llei Natural. Per exemple si s'utilitza la llei de la gravetat.
      b. Teories tecnològiques formals. Per exemple un connector petit rodó conté àudio.
   2. Les regles generals
      a. Regles basades en valors comuns. Per exemple si els accionaments segueixen el sentit de les agulles de rellotge.
   3. Al taller
      a. El lloc dels fets. Observació de primera ma.
   4. Observant productes reals
      a. Resultats de productes. Quantificació
      b. A més, observar col·laboradors en la seva tasca / exercici de l'operació i analitzar la causa
   5. Mesures realitzables. Prioritzar en funció d'urgència, importància i amplitud.

2) La segona tècnica és la observació utilitzant mètodes quantitatius.
Analitzar fets, basats en dades, mitjançant mètodes de QC.

3) La tercera tècnica, enfocada a l'anàlisi, és l'ús de les 5 W i les 2 H
El sistema de producció de Nissan estableix la pràctica d'usar les 5W+2H (on, quan, qui, què, per què, com i quant) al taller.

4) La quarta tècnica és l'ús de la gestió visual.
Es defineix com fer més fàcil per a qualsevol observar el treball, així com detectar el normal i el anormal, per realitzar les accions requerides.

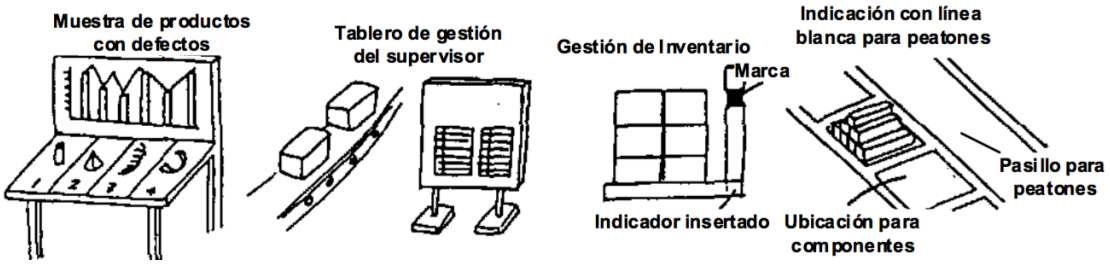


Figura 32. Exemples de gestió visual al NPW.

5) La cinquena tècnica són les "5S"

Al sistema de producció de Nissan les 5'S són les descrites al estat de l'art:

1. Seiri = eliminació del que és innecessari,
2. Seiton = establir ordre,
3. Seiso = esforçar en la neteja,
4. Seiketsu = Cuidar uniforme i seguretat personal,
5. Shitsuke = Ser disciplinat i respectar les regles.

A planta les 5'S no es limiten a reduir condicions perilloses, o a crear ordre i neteja, sinó que també s'utilitzen per observar anomalies, per mantenir les operacions eficientment i ajudar a aconseguir el ideal de treball a planta.

6) La sisena tècnica és el conjunt d'eines per poder tenir les dades desfavorables ràpidament. La clarificació del problema permet corregir amb accions puntuals a les seccions implicades perquè el problema no s'estengui.

Les persones:

El NPW defineix tres papers, segons la funció, Gemba Kanri (o gestió del taller), Control de producció i Enginyeria. Cada una d'aquestes àrees ha d'assumir completament la seva responsabilitat, basant-se en uns conceptes fonamentals. (Nissan, 1996, pág. 5)

1) El Gemba Kanri (Gestió del taller)
Aconseguir la eficiència amb el millor ús de les 4M (persones, materials, màquines i mètodes) per produir amb qualitat en el procés de fabricació.

2) El Control de producció.
Administrar la producció i el subministrament de productes, de una forma eficient i econòmica, desenvolupant i creant per a la companyia un pla d'acord amb les necessitats dels clients.

3) La Enginyeria
Dissenyar productes i processos de fabricació per arribar a QCD (Qualitat, Cost i termini) eficientment. La unió entre desenvolupament i producció, així com el disseny i el procés de fabricació s'han de realitzar treballant units.

El Paper del supervisor i del manager és:

Els principals papers són la consecució d'objectius, la estandardització i la millora del treball, i el desenvolupament dels col·laboradors.

- Consecució d'objectius. És el més important de tots. I ho ha de fer juntament amb els seus col·laboradors.
- El supervisor el realitza mitjançant la implementació del cicle PDCA.
- Estandardització i millora del treball, preparant el estàndard més convenient del treball i crear les condicions per a realitzar el cicle PDCA correctament. El supervisor o mànager ha d'observar les operacions segons el estàndard i quan sigui necessari repetir la formació. L'objectiu és omplir el gap entre la situació real, i la feina ideal.

- Desenvolupament dels col·laboradors. En primer lloc s'ha d'encarregar de millorar en cada col·laborador les seves habilitats tècniques i el seu desenvolupament personal, així com el seu encaix en l'equip de treball.

Específicament sobre el paper del Mànager cal destacar:

- Estructurar objectius i mesurar els assoliments, mitjançant l'ús del Hoshin Kanri.
- Desenvolupament dels col·laboradors
- crear un entorn de treball agradable

El Kyodo (treball en cooperació)

Finalment és important destacar un altre concepte desenvolupat en el NPW, com és el treball en cooperació entre staff i planta. El staff és el responsable d'aconseguir Qualitat-Entrega-Cost, en cooperació amb el taller. Hi ha alguns problemes en el taller, que no poden ser solucionats només pel taller, i és necessària la col·laboració del staff. Llavors és important el reconeixement del paper de cada un i cooperar, per exemple aplicant la política dels 5 per què: això seria Kyodo.

c. Descripció del model de Ford (FPS)

*"El **Ford Production System** és el nostre model per avui i pel futur, tracta de posar els processos barrejats, tracta d'aprendre d'uns i altres, i desenvolupar els sistemes operatius a partir de les millors pràctiques de tot el món"*, John Flemming vice-president executiu de fabricació global i assumptes laborals.

i. Introducció

La Ford Motor Company és un fabricant d'automòbils nord-americà amb seu a Dearborn, Michigan. Va ser fundada per Henry Ford el 1903.

Ford, a banda de ser una dels grans de l'automoció, té dos llocs a la història. El primer, ocupat pel seu vehicle Ford T, que va motoritzar la classe mitjana, i el segon, relacionat directament amb el primer, al popularitzar els mètodes per a la fabricació i gestió a gran escala d'una força de treball industrial mitjançant seqüències de tasques de fabricació estudiades. D'aquest darrer punt una de les grans fites es considera la introducció de la primera línia de muntatge en moviment el 1913.

Ford formava part de les *"Big three"*, que és com s'anomenava a les tres grans constructores d'automòbils de Detroit, les més grans del món durant bona part del segle XX. Durant la crisi financera a principis del segle XXI, va ser a prop de la fallida, però va salvar-se, i ha tornat des de llavors a la rendibilitat.

La companyia ven automòbils i vehicles comercials sota la marca Ford, Lincoln, Troller, i FPV. Té una participació en Mazda, Aston Martin, i Jiangling de la Xina. En algun moment va controlar també Jaguar, Land Rover, Volvo i Mercury, marques que ha venut o han desaparegut.

ii. Definició

"El Sistema de Producció Ford (FPS) és un sistema global, disciplinat, lean, flexible, de millora continua, que comporta un conjunt de principis i processos, que utilitza grups de persones capaces, l'aprenentatge i el treball segur, que condueixen a un entorn de fabricació i entrega de productes que consistentment excedeixi les expectatives dels clients."

Figura 33. Elements que defineixen els FPS. Font: Ford Almussafes.

"Els elements clau del sistema inclouen treball en equip efectiu , zero malbaratament/zero defectes, alineació de la capacitat global amb la demanda del mercat global, optimització de la producció i utilització del cost total per millorar el rendiment." (2010/2011 Sustanability Report)

iii. Història

Tot i que les arrels del *lean* es troben en el sistema de producció Toyota, al seu torn les arrels d'aquest es poden trobar en el sistema que Henry Ford va proposar per al processos de fabricació i muntatge. Fent d'aquest un sistema molt eficient en el context de l'època.

La base d'aquest sistema de Ford era l'estandardització del producte, que portava a l'estandardització dels processos. D'aquesta manera la formació als treballadors esdevenia molt fàcil, qualsevol podia treballar a la planta de Ford. Els treballadors només havien de portar a terme una tasca específica de la feina global. Les línies de muntatge en moviment permetien fabricar de la manera què Ford volia, havent-se d'adaptar a les necessitats de la cinta.

Després d'aprendre del sistema de Ford, Toyota va identificar una sèrie de problemes, alhora de tractar d'implementar el sistema de Ford a les seves plantes, i aquesta evolució els va empènyer a crear el que seria el TPS.

Al gener de 1995, Ford va iniciar el programa Ford 2000, que tenia el propòsit de desenvolupar i implementar un nou sistema de producció anomenat Ford Production System.

Durant els anys 1996 i 1997 es va produir el desplegament per totes les plantes de Ford. Aquest procés va durar fins el 2003 quan les darreres plantes de Ford varen adoptar el FPS a les seves operacions. Ford va estimar 500 milions de dòlars per any en estalvis.

iv. Objectius

Implementant el FPS, Ford intenta canviar-se a ella mateixa, d'una organització de producció en massa, a convertir-se a una organització que utilitza els sistemes *lean*.

El sistema de producció de Ford va ser creat per crear estandardització i obtenir estabilitat als sistemes actuals de fabricació.

Més específicament, utilitzant el policy Deployment, la gestió visual, l'assegurament dels processos, i la gestió del temps i les dades, el FPS pretén deixar una organització més alineada i capaç, que estigui contínuament millorant i, en darrer propòsit, construint un millor entorn de producció pel futur.

Aquests objectius es resumeixen en el SQDCPME:

- Safety – Seguretat
- Quality - Qualitat
- Delivery - Entrega
- Cost – Cost
- People – Persones
- Maintenance – Manteniment
- Environment – Entorn

v. Representació

La representació del sistema de producció de Ford, no és ni una casa ni un temple, però si una forma que ho recorda, continua tenint una base: el treball estandarditzat, la millora contínua i la governança, una sèrie de pilars: set en aquest cas, i un sostre amb els objectius a assolir. La representació en aquest cas és d'un paraigües, però perfectament assimilable a una casa.

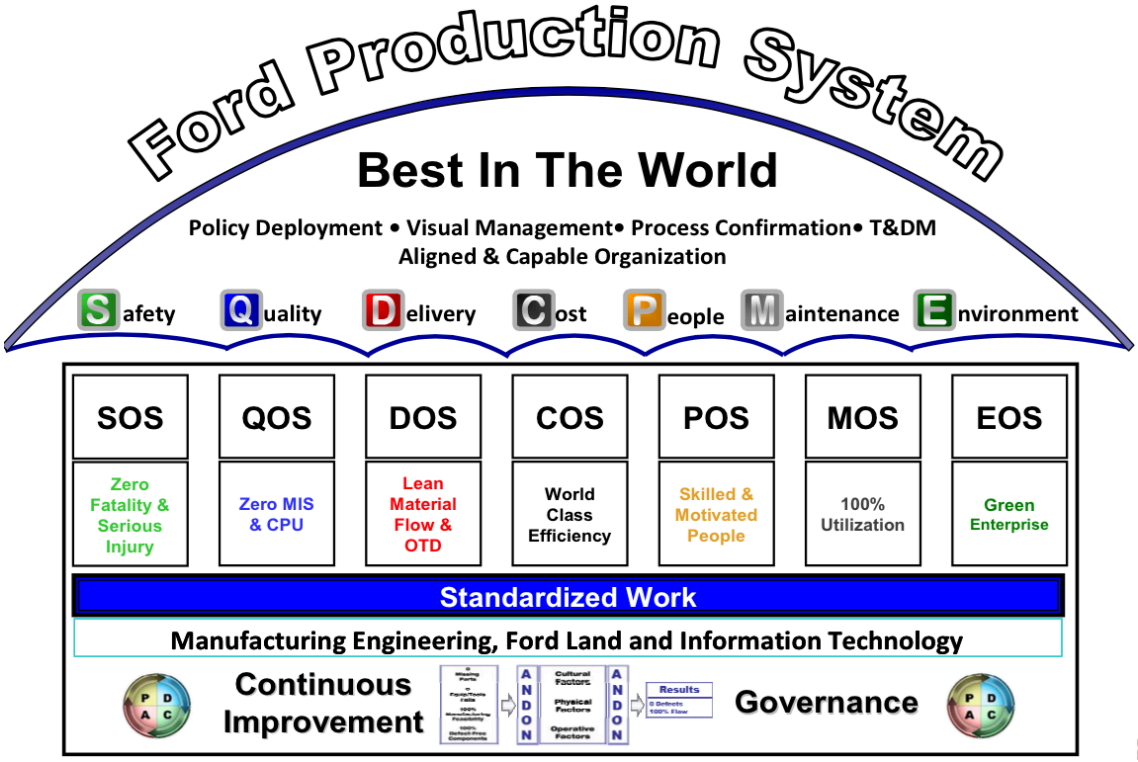


Figura 34. Representació del FPS. Font: Ford

vi. Principis

FPS és una ideologia global de fabricació per a totes les plantes de Ford. Busca desenvolupar els equips de treball i donar-los la possibilitat de conrear la salut dels processos per arribar en última instància, a zero defectes i 100% d'eficiència.

A la base hi trobem la millora continua

La millora continua s'estructura per nivells. Els problemes que no es resolen en els nivells més baixos es van escalant i mentre l'equip de millora contínua (IC) l'assigna a un equip adequat per a la seva resolució. Tot aquest procés segueix una gestió visual. Dins el FPS els problemes menors es resolen mitjançant Kaizen, i els problemes més grossos amb l'eina DMAIC que empra la metodologia Six Sigma.

A la base hi ha la governança

Cada equip té un líder, que s'assegura que tots els operaris poden treballar. Si un operari identifica un problema, es resol immediatament, o s'escala al supervisor. El líder de l'equip també és el responsable de completar el full de verificació, seguint els objectius horaris i on els problemes es corregeixen en els nivells més baixos.

Aquests equips tenen el suport mitjançant reunions d'equip per analitzar i diagnosticar les estacions de treball i resultats del procés. La intenció és fer els problemes evidents i realitzar millores. Aquestes reunions se celebren cada dia i tenen un objectiu de treball estàndard; Dilluns / seguretat, dimarts / qualitat, dimecres / entregues, dijous / cost i Divendres / persones. Els últims 30 minuts de la trobada s'empren en el gemba observant, conversant amb els operaris i revisant les normes.

El temps i la gestió de dades està dissenyada per ajudar a la planta a identificar i eliminar els malbarataments a través de la millora de la planificació i l'alineació.

Les eines bàsiques del FPS ajuden a reduir els malbarataments mitjançant una definició clara de rols i responsabilitats individuals, per poder canviar la cultura i se centren en l'ensenyament i la formació dels estàndards.

Com a suport hi ha el treball estandarditzat

El FPS utilitza el treball estandarditzat, per revisar els estàndards de treball a través de la pròpia formació. L'atenció se centra en l'adhesió al procés estàndard i en la creació d'un procés, mètode i estació de treball ideal, per a cada operació. A través d'aquestes observacions s'observen millores en els processos i es millora la relació de treball.

En el procés de FPS l'aprenentatge és fonamental, i a ells està dedicat el procés de coaching.

vii. Contingut

De manera diferent a la resta de sistemes de producció, el FPS no estructura els pilars en eines i mètodes específics, sinó que aquestes poden formar part de qualsevol pilar, i de qualsevol principi.

Eines i metodologies clau:

- Lideratge *lean*
- Eliminació del malbaratament
- Anàlisi de valor
- Flux sincronitzat de materials
- Anivellat de la producció
- Qualitat a la primera
- Canvi ràpid
- Solució de problemes
- 5S, lloc de treball organitzat
- Flux peça-a-peça
- Poka-yoke's
- Estratègia de lot únic
- Factoria visual
- TPM, Manteniment productiu total
- QPS, Sistema de procés de qualitat
- Grups de treball
- VSM

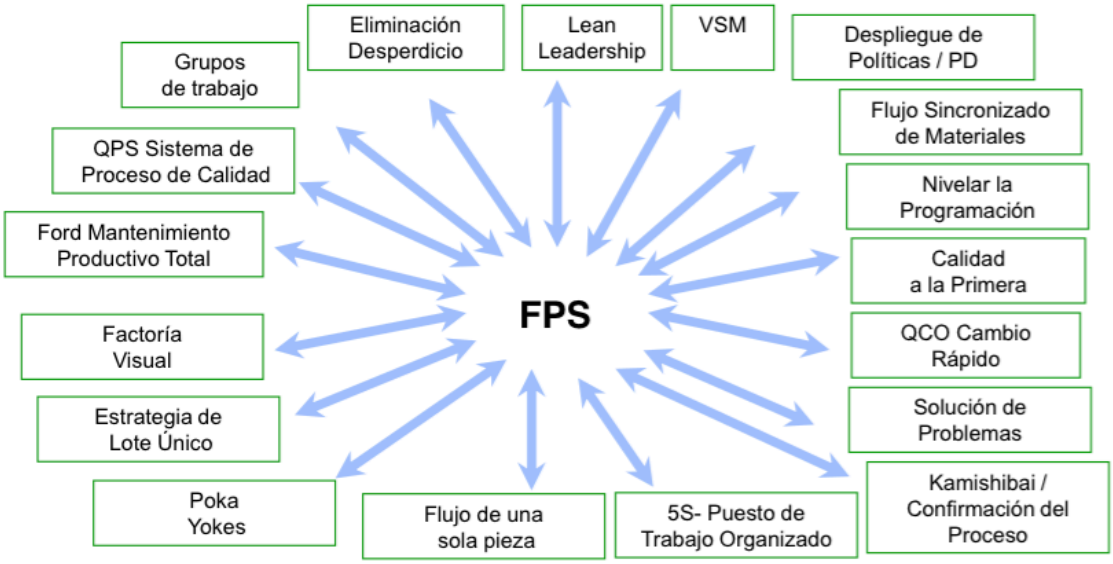


Figura 35. Resum de les eines FPS. Font: Formació interna Ford-Almussafes

Resta de les eines i metodologies:

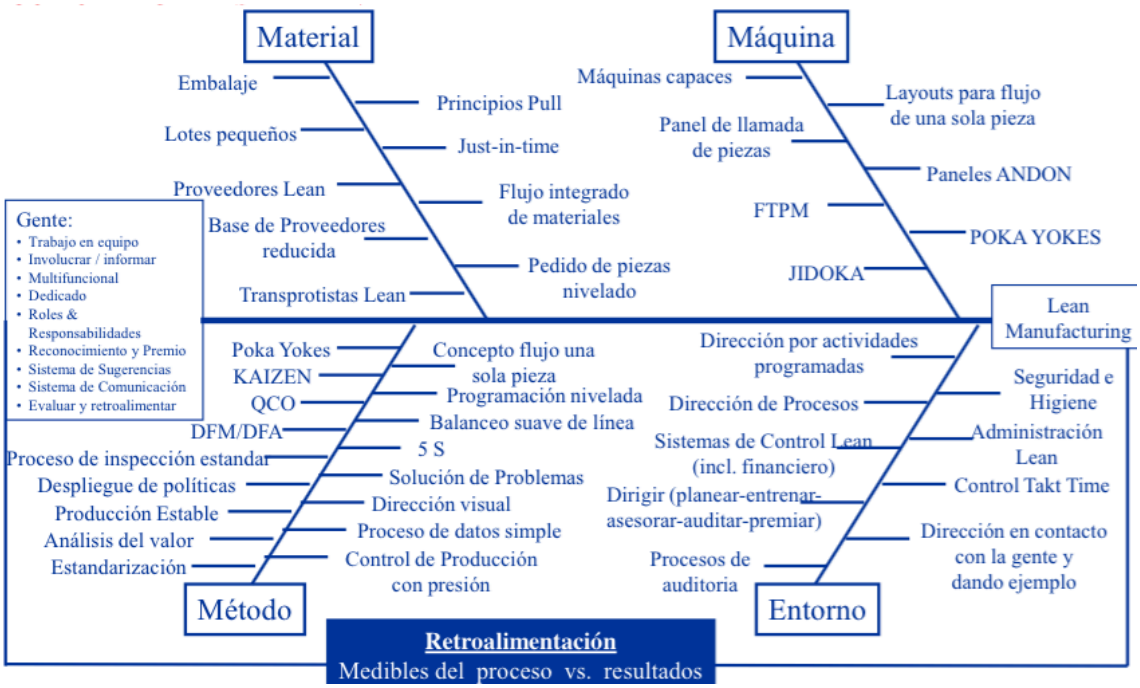


Figura 36. Resum de les eines FPS, seguint les 4 M's. Font: Formació interna Ford-Almussafes.

QCO: Quick Changeover
DFM/DFA: Design for Manufaturing/Assembly

Descripció i temàtica de la integració de les eines:

Seguretat i Higiene

L'objectiu de les metodologies utilitzades és assegurar la seguretat i la salut, prevenint els accidents, malalties i proveir un lloc de treball segur. Les metodologies utilitzades abarquen des del propi procés de selecció fins a procediments estàndards d'anàlisi de seguretat i fins i tot accidents

Els grups de treball tenen el propòsit d'eliminar el malbaratament a través de l'ús de les eines del FPS. Tota la organització ha d'estar alineada per donar suport al grups de treball en el seu camí de millora.

La formació també està estandarditzada, utilitzant matrius de polivalència per detectar necessitats de formació, plans de formació i JI per als formadors, i utilització de mètrics d'avaluació i seguiment.

Dins d'aquest apartat també s'hi inclou el procés de proveir EPI's, quedant definit com a "*l'epi correcte, al lloc correcte, de la manera correcte i amb el cost correcte*".

Flux de material sincrònic

És defineix com els processos o inclús sistemes, que produeixen un flux continu de material i productes a través d'una programació fixada, seqüenciada i anivellada, que utilitzi la flexibilitat i els conceptes *lean* de lot petit i freqüent, inventari ajustat i menys malbaratements, per a poder reaccionar als canvis dels clients.

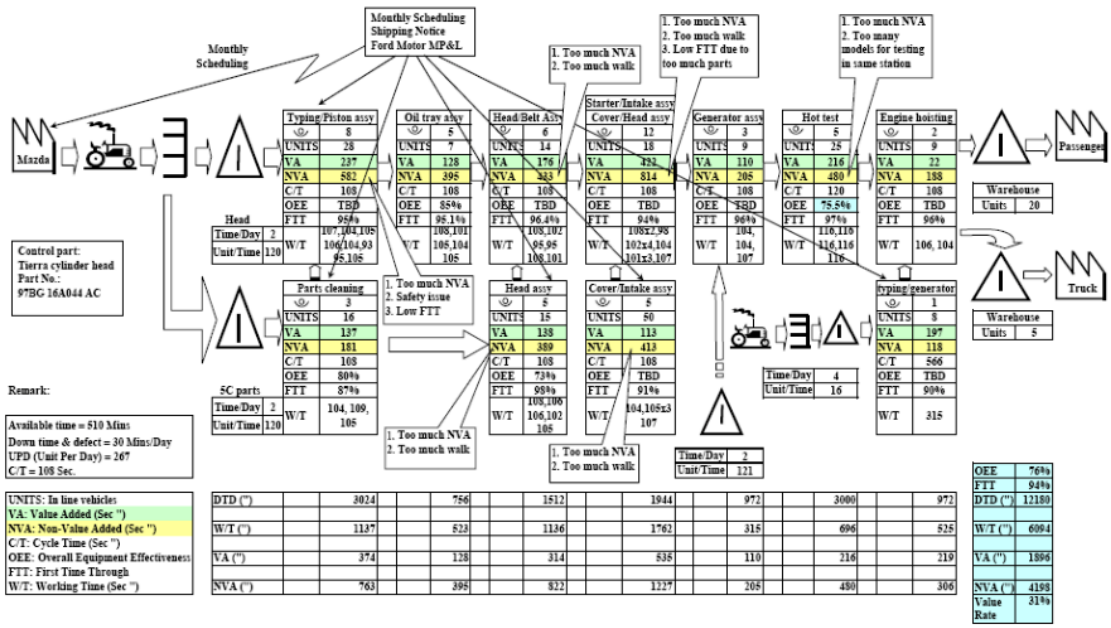


Figura 37. VSM utilitzat a Ford Taiwan. Font (Simon Wu, 2009)

Control del procés a l'estació

Amb l'objectiu de produir a la pròpia estació la qualitat requerida, alhora que reduir el malbaratament associat, tant prevenint els defectes d'ésser produïts com evitar passar-los aigües avall.

Les eines utilitzades són: les fulles d'instruccions de treball, les fulles de capacitat, els elements visuals, els elements de control visual i els panells de control de procés.

Ford TPM

Un dels elements importants és l'ús del TPM, amb el propòsit de maximitzar la seguretat, l'efectivitat, els costos de cicle de vida dels equips, alhora que complint amb d'altres objectius de qualitat i producció.

Dins d'aquest apartat s'hi troben els poka-yoke, el canvi ràpid, les auditories de qualitat interna i externa, i de proveïdors.

Management

El management queda recollit com l'estructura per a la implementació dels sistemes amb una aproximació integrada, que vol portar la organització a un alineament focalitzat en assolir els objectius.

L'aplicació exitosa dels processos de management, dins el FPS, pretén ser un pas crític per a poder transicionar cap a la utilització eficaç de grups de treball, i focalitzar-los en l'eliminació del malbaratament a través de la millora continua.

És en aquest punt, on el FPS, a banda d'utilitzar elements de planificació, comunicació, i gestió del canvi, també desplega les pràctiques de resolució de problemes i millora continua.

Rols i responsabilitats

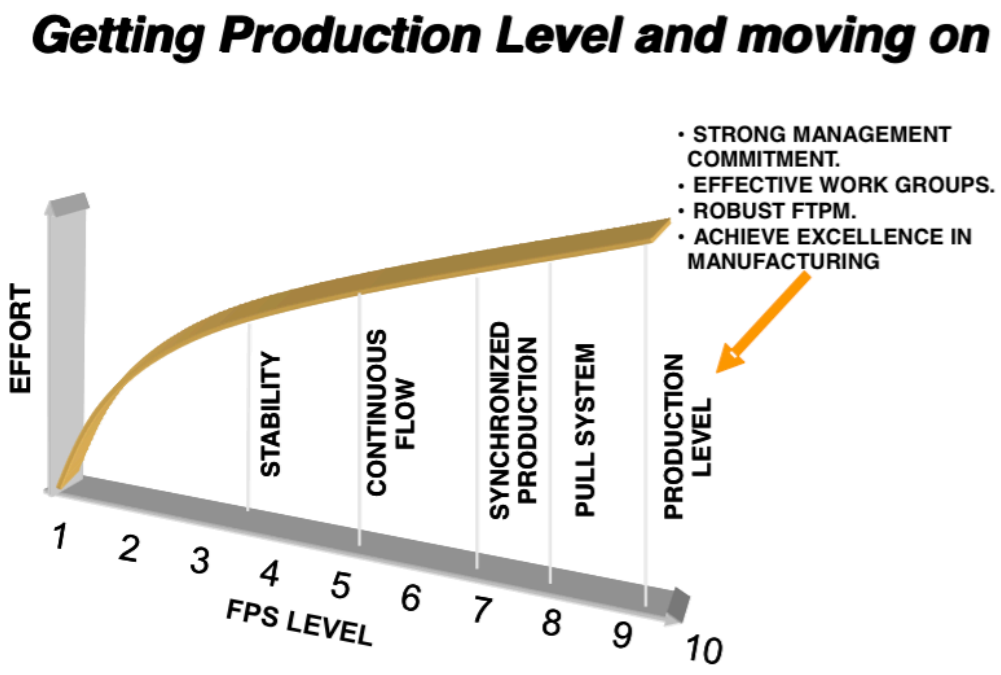
El cap d'equip (team leader) coordina els membres de l'equip, coneix tots els llocs de treball, assegura que el panell de control està al dia, i és portaveu del grup entre d'altres tasques. També organitza i condueix les reunions del grup perquè siguin efectives. L'assignació dels diferents elements objectiu a cadascun dels membres, així com la coordinació amb el management també són tasques del team leader.

Els grups de treball, treballen per assolir aquests objectius, es reuneixen quan es necessari, són heterogenis i poden sofrir variacions en la seva composició. Les metodologies habitualment utilitzades solen ser:
Els 5-perquè's, els diagrames causa-efecte, les fulles d'elements de treball, la gestió i ajudes visuals, els poka-yoke, als andon, la metodologia de les 5'S i el balanceig de tasques.

viii. Nivells d'aplicació

El FPS, com s'ha vist, no assigna una eina o metodologia exclusivament a un principi, sinó que és compartida per varis d'ells. De la mateixa manera el grau d'intensitat en l'aplicació del principi no és la mateixa, i Ford hi distingeix 10 graus (level1-level10). A cada nivell el conjunt d'eines i principis assoleix un objectiu operacional comú.

- Nivell 1-3: Inicis
- Nivell 4-5: Estabilitat
- Nivell 5-6: Flux continu
- Nivell 7: Producció síncrona
- Nivell 8: Sistema en Pull
- Nivell 9: Producció anivellada
- Nivell 10: excel·lència



Gràfic 6. Nivells d'aplicació del Sistema de Producció. Font: Ford

d. Descripció del model de Fiat (FAPS-WCM)

El Fiat Auto Production System és el sistema de producció de Fiat, que es troba enquadrat dins el World Class Manufacturing del mateix grup Fiat.

i. Introducció

FIAT és l'acrònim de *Fabbrica Italiana Automobili Torino*.

Fiat SpA, o Grup Fiat, és el grup industrial més gran de Itàlia i un dels més grans d'Europa. Fundat l'11 de juliol de 1899 a Torí, on roman la seva seu, a la històrica fàbrica de Fiat Lingotto. Les seves activitats estan relacionades des de la seva fundació amb la indústria automobilística, i posteriorment també amb la petroquímica, energètica, ferroviària i aeroespacial entre d'altres.

Al gener de 2014, l'empresa es va fusionar legalment amb Chrysler, passant-se a denominar Fiat Chrysler Automobiles (FCA).

FCA té diverses filials de fabricació d'automòbils: Fiat Group Automobiles (que inclou les marques **Fiat, Fiat Professional, Alfa Romeo, Lancia i Abarth**), el Grup Chrysler (que inclou les marques **Chrysler, Dodge, Jeep, Ram, SRT i Mopar**) i les marques esportives de luxe **Ferrari** i **Maserati**.

El grup posseeix a més diverses filials de béns d'equip i components automobilístics: **Fiat Powertrain** (motors i transmissions), **Magneti Marelli** (components), **Teksid** (peces de metall) i **Comau** (robòtica).

ii. Definició

El sistema de producció de FIAT -el Fiat Auto Production System (FAPS)-, és un programa d'innovació que té com a objectiu l'assoliment dels estàndards d'excel·lència World Class Manufacturing (WCM), i és més conegut per aquest darrer nom tant internament com a nivell formal. (Felice, Petrillo, & Monfreda, 2013)

El Fiat World Class Manufacturing es un sistema de producció integrada que abasta tota l'organització de la fàbrica en el seu conjunt i abarca grans àrees com la seguretat, el medi ambient, la logística, gestió de costos, qualitat, manteniment, per tal de constantment millorar el rendiment de la producció. De fet, d'acord amb Hajime Yamashina el més important segueix sent la capacitat de canviar i fer-ho ràpidament.

El WCM és, per tant, una variant "occidentalitzada", del model japonès toyotista (*lean* Manufacturing), que, en poques paraules, es basa en alguns principis bàsics interrelacionats:, el Just-in-Time (JIT), el Manteniment Productiu Total (TPM), la Gestió de la Qualitat Total (TQM), la lluita contra els malbarataments (de recursos, temps, energia, etc.), i el Kaizen amb l'autoparticipació de tots els empleats en el procés de millora contínua. (Camuffo & Roberta, Fabbrica Italia: l'evoluzione dell'organizzacione del lavoro nel caso Fiat, 2014)

Definir el World Class Manufacturing, hauria de ser complex ja que és "el millor en un sector particular de la indústria en el món, recolzat per una combinació de disseny de producte, la qualitat, la fabricació de baix cost, la innovació, els temps de lliurament més curts, el rendiment, i la entrega més fiable i millor servei al client". (Camuffo & Terpolilli, 2010)

iii. Història

El terme World Class Manufacturing va ser utilitzat per primera vegada per Hayes i Wheelwright per indicar les empreses que utilitzen la seva capacitat de producció com una arma estratègica per obtenir un avantatge competitiu sobre els seus competidors. El terme més tard va ser reutilitzat per altres autors com Feighenbaum, Cox, Parnaby i en particular Schonberger; que, va singularitzar aquest procés de fabricació. (Camuffo & Terpolilli, 2010)

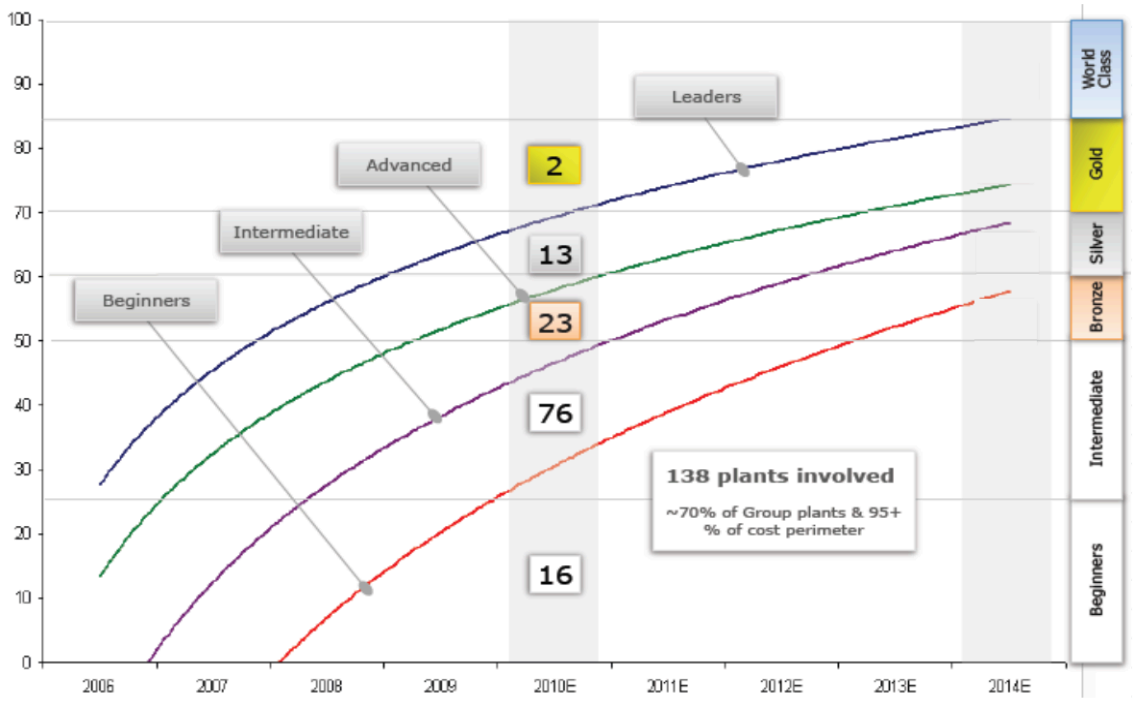
Schonberger, publica al 1986 "World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied" per descriure de manera unificada la combinació de les tècniques utilitzades pels fabricants japonesos, i els principals elements que porten a les empreses a dur a terme la millor producció de qualitat, basats en el TPS. Mostra les quatre prioritats que són la base de la fabricació: cost, qualitat, lliurament/servei i flexibilitat. (Camuffo & Roberta, 2014)

La primera aplicació, va ser a part de Xerox en els anys 90 al tractar d'investigar les causes de l'èxit explosiu dels seus competidors japonesos. Una història similar a la del grup FIAT, que va decidir implementar el model de la WCM per poder augmentar la qualitat i quantitat de producció com ja havien fet les empreses que implementaven sistemes *lean* com Toyota. (Camuffo & Terpolilli, 2010)

WCM arriba a Itàlia i, en particular, al grup Fiat a la dècada del 2000, gràcies a Hajime Yamashina, un professor del Departament d'Enginyeria de la Universitat de Kyoto. Yamashina és l'hereu del Schonberger teòric, però amb una visió diferent de la implementació del model.

El programa WCM en Fiat es va iniciar l'any 2005. Des de llavors s'ha desenvolupat a través del departament WCM de Fiat, dirigit per Luciano Massone, i amb l'assesorament del professor H. Yamashina.

La següent figura descriu el nivell d'execució del programa de WCM en les diferents plantes, el grau de maduresa, i el full de ruta per al desenvolupament futur.



Gràfic 7. Desplegament del WCM. Font: Fiat

Un dels Premis *Automotive lean Production*, que s'atorga cada any entre més de 700 plantes de producció de més de 15 països, va recaure ja el 2012 a la planta de Pomigliano, el 2013 a Bielsko Biala i el 2015 a Verrone.

iv. Objectiu

L'objectiu final és la política zero: zero malbaratament fruit del TIE, zero defecte fruit del TQC, zero averies fruit del TPM, i zero estoc fruit del JIT.

Amb la introducció d'aquest model organitzatiu en les seves fàbriques, Fiat pretén apuntar i assolir els estàndards de producció de classe mundial, la millora contínua del producte (Kaizen) i l'augment de la productivitat. Posant el focus en (Camuffo & Roberta, 2014):

- Reduir els costos i augmentar l'eficiència, eliminant temps improductius;
- Eliminar qualsevol malbaratament de recursos, temps i energia (Muda);
- Màxima flexibilitat per respondre a les peticions dels clients, garantint productes de qualitat;
- Augmentar la participació i motivació de tots els treballadors;
- Millorar l'ergonomia, el que també redueix els temps de cicle.

Hi ha una debilitat comuna a les tres pràctiques que es defineixen el WCM (JIT, TQM, TPM): cap dels tres té en compte els costos. Fins i tot, en realitat, no hi ha garanties que l'aplicació de les tres activitats es tradueixi en una reducció de costos, en el pitjor dels casos fins i tot podria implicar un augment de costos. Que cap de les tres activitats tingui en compte els costos de fabricació està relacionat amb la filosofia productiva japonesa i el concepte kaizen: sempre i quan hi ha una millora s'ha d'aplicar sense importar el seu potencial de reducció de costos. Per això s'ha complementat amb el Cost Deploymen, fet que ha estat concebut per tal d'equilibrar aquesta debilitat i que consisteix en un programa sistemàtic i científic de reducció de costos.

L'objectiu és crear un sentit de la fàbrica cooperativa per part de la seva comunitat, el desenvolupament de la idea d'una gran família on hi ha convergència d'interessos entre l'empresa i els treballadors.

v. Representació

El WCM de Fiat és representat per una piràmide o una casa. Tenint el mateix significat i elements, tot i que disposats d'una manera diferent.

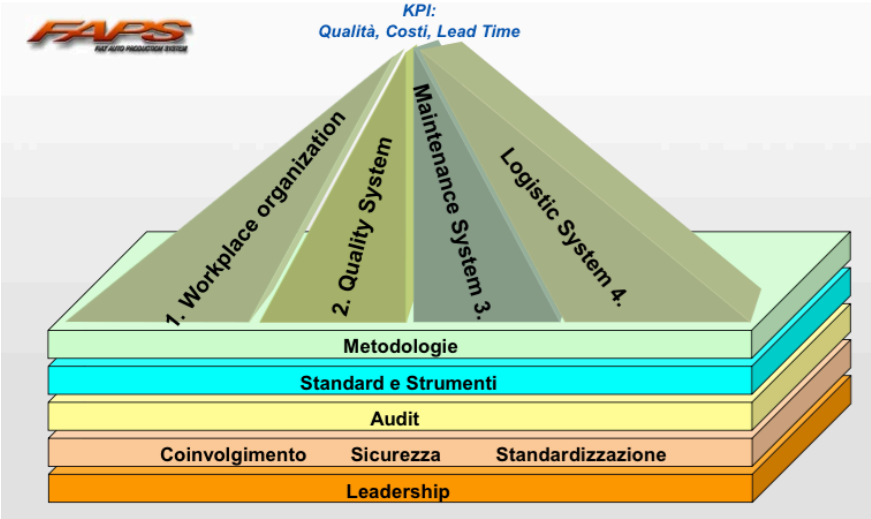


Figura 38. Casa WCM de Fiat Group (World Class Manufacturing Fiat Group, 2007)

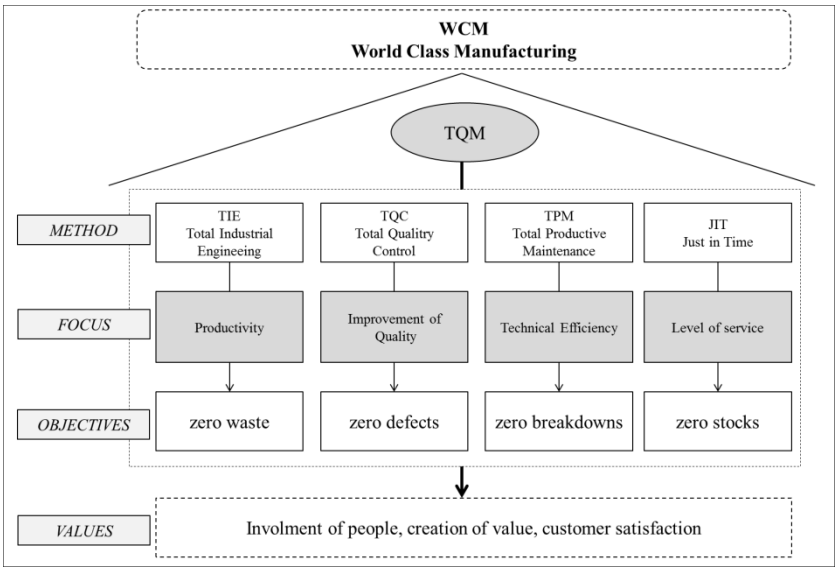


Figura 39. Casa WCM de Fiat Group (Felice, Petrillo, & Monfreda, 2013)

vi. Principis

El terme "World Class Manufacturing" descriu la combinació de les tècniques utilitzades pels fabricants japonesos, amb els principis fonamentals següents (Camuffo & Roberta, 2014) :

- Just-in-Time (JIT)
- Manteniment Productiu Total (TPM)
- Gestió de la Qualitat Total (TQM)

Per tal d'entendre com les tres tècniques interactuen amb els altres, és útil recordar el símil del professor H. Yamashina: ”en la fabricació un ha de tenir bons cervells, que aporta el TQM, però també es necessita tenir els músculs: la capacitat de fabricació forta del TPM , i per connectar els cervells amb els músculs, es necessari un bon sistema nerviós, que es pot assimilar amb els principis JIT”. Aquest símil transmet el fet que tots els tres principis necessiten ser aplicats d'una manera integrada per tal d'aconseguir rendiments més alts. (Camuffo & Roberta, 2014)

La interpretació de WCM donada per Fiat pot representar-se a través de la imatge d'un temple grec, on el frontó es sustenta en deu pilars tècnics que descansen sobre una base formada pels deu pilars de gestió.

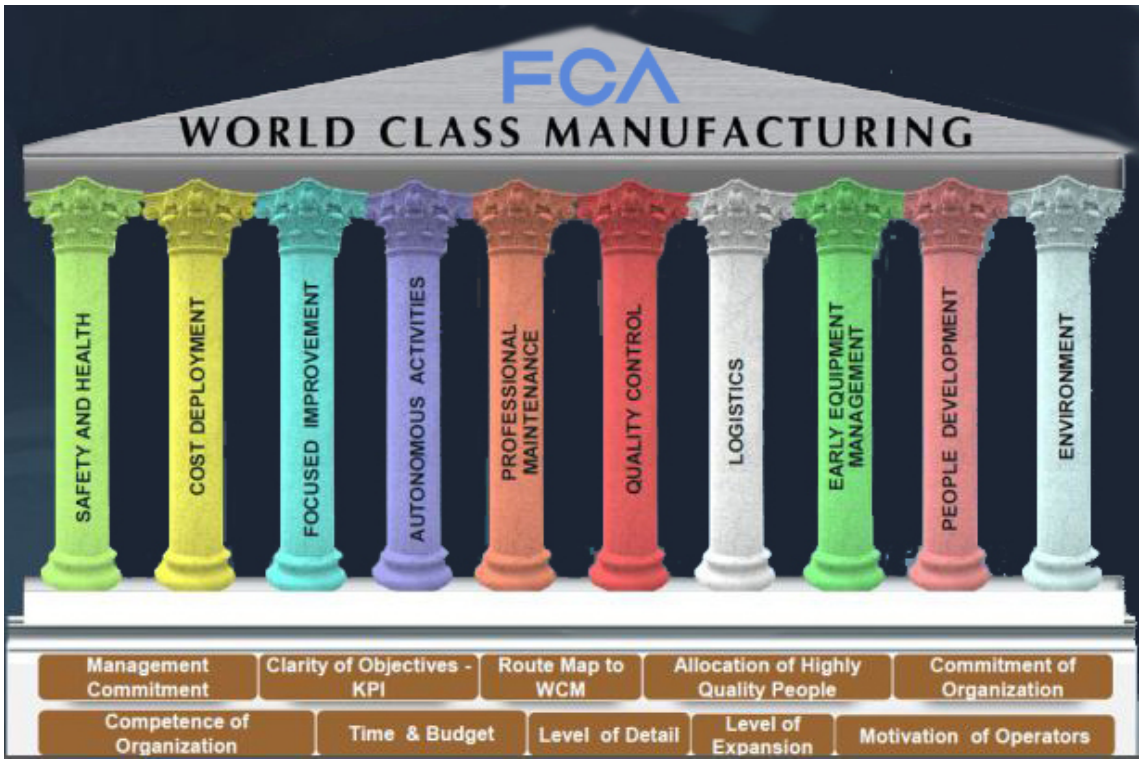


Figura 40. Representació del WCM de Fiat

Com es mostra a la imatge, els deu pilars tècnics són:

1. Seguretat i Salut,
2. Desplegament de Costos,
3. Millora focalitzada,
4. Activitats autònomes (manteniment autònom i l'organització del treball),
5. Manteniment Professional,
6. Control de qualitat,
7. Logística i servei al client,
8. Gestió precoç d'Equips,
9. Desenvolupament Persones,
10. Medi ambient.

Els pilars de gestió són:

1. Compromís de Gestió,
2. Claredat en els objectius,
3. Full de ruta cap al WCM,
4. Assignació de Gent Altament Qualificada,
5. Compromís de la Organització,
6. Competència de la Organització,
7. Ús del temps i pressupost,
8. Nivell de detall,
9. Nivell d'expansió,
10. Motivació dels operaris.

Yamashina també destaca la importància dels factors a llarg termini, com ara l'organització dels recursos humans, què és probable que es vegin a l'ombra de la part més tècnica i mecànica (Camuffo & Terpolilli, 2010)

De manera complementària en presentar el programa de WCM -el 2006- el director de Fabricació de FIAT -Stefan Ketter- va enumerar els principis que inspiren el programa d'innovació:

- Una seguretat de classe mundial, WCM, és la base d'un rendiment de classe mundial.
- Els líders WCM tenen passió per les normes.
- En una empresa WCM, la veu del client es pot escoltar a la planta.
- WCM no accepta pèrdues de qualsevol tipus (L'objectiu és sempre zero: accidents, defectes de servei i qualitat, inventari, avaries).
- Una aplicació rigorosa de mètodes WCM garanteix l'eliminació de pèrdues.
- En una planta WCM totes les anomalies són visibles immediatament
- WCM té lloc en el lloc de treball, no a l'oficina.
- WCM s'aprèn amb major eficàcia mitjançant la pràctica de les tècniques amb els equips de la planta.
- El poder de WCM prové de la participació de les persones.
- Les empreses de classe mundial aprofiten l'energia d'una crisi per a la millora continua.

Fiat defineix per al seu WCM tres factors d'èxit:

- Les eines i les metodologies
- Les persones
- El lideratge

Considera que el WCM només existeix a la intersecció d'aquests tres factors.
Argumenta que sense Mètodes ni eines no hi ha un model clar, es genera confusió, i no s'aprofita l'energia. Sense Lideratge cada cop es perd més força. I sense Persones la implantació esdevé teòrica i lenta per la falta d'aprenentatge i interès.

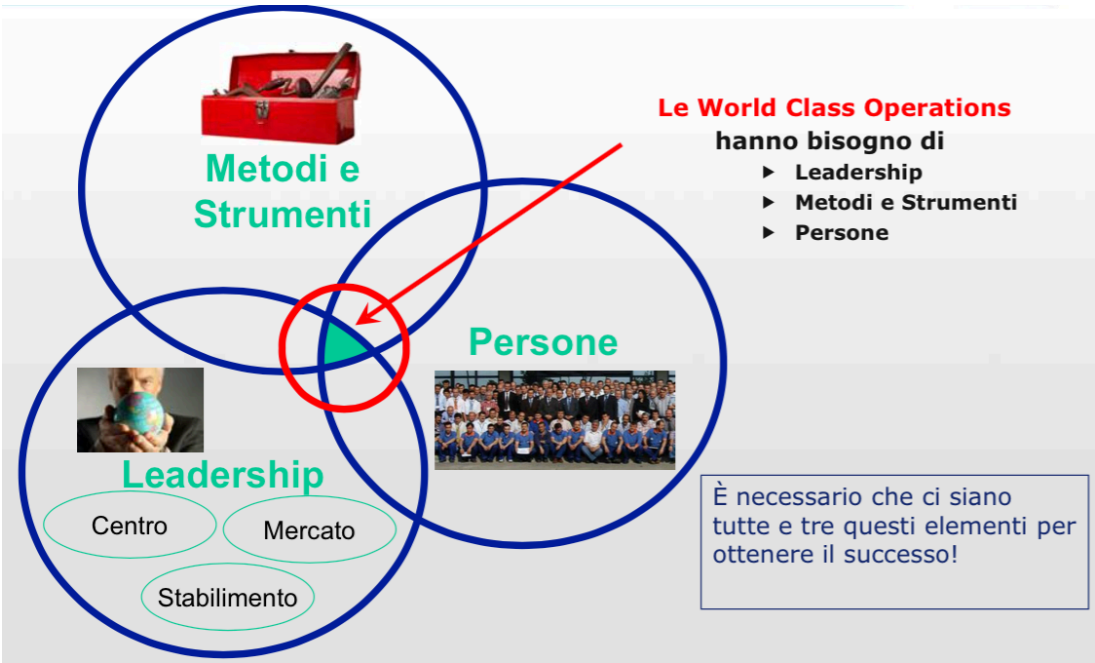


Figura 41. Factors d'èxit en el WCM. Font: FIAT

vii. Contingut:

WCM requereix que totes les decisions es prenguin amb base a dades mesurables i objectives, i el seu anàlisi. Per tant, s'utilitzen totes les eines tradicionals. No és possible utilitzar una única eina específica per aconseguir una aplicació de classe mundial, i per a tots els components del sistema de producció. Per a fer front a tots els components del sistema de fabricació, el WCM requereix de les següents eines, i les defineix de la següent manera:

Les 5G

Es tracta d'una metodologia per a la descripció i l'anàlisi de qualsevol fenomen de pèrdua (defectes, fallades, avaries ...). Es base en fets i l'ús dels 5 sentits.

Les 4M o 5M

Per utilitzar les 4M, les causes s'agrupen en 4 categories: Mètodes; Materials; Màquines; Ma d'obra (persones). I per a les 5M, s'hi afegeix una cinquena que és el Medi ambient.

Les 5S

Metodologia que s'utilitza per assolir l'excel·lència a través de la millora del lloc de treball, en termes d'ordre, organització i neteja. La tècnica es basa en: Seiri (separar); Seiton (ordenar); Seiso (netejar); Seiketsu (estandarditzar); Shitsuke (mantenir i millorar).

Les 5W + 1H

S'utilitza per garantir una anàlisi completa d'un problema en tots els seus aspectes fonamentals. Les preguntes corresponents al 5 W i 1 H són: Qui? Què? Per què? On? Quan? I Com?

Els 5 perquès

S'utilitza per analitzar les causes d'un problema a través d'una sèrie consecutiva de preguntes. S'aplica en l'anàlisi d'errors, anàlisi d'anomalies esporàdiques, o l'anàlisi de les pèrdues cròniques que sorgeixen de causes específiques.

La Observació

Utilització d'unes plantilles estàndard per tal d'informar de qualsevol anomalia detectada.

- Plantilla AM Tag: S'aplica a la màquina.
- Plantilla WO Tag S'aplica a la Organització del treball.
- Plantilla PM Tag. S'aplica al manteniment professional.
- Plantilla SAF Tag. S'aplica a la seguretat

La Piràmide d'Heinrich

S'utilitza per a la classificació dels esdeveniments que tenen un impacte en la seguretat, com morts, ferits greus, lleus, medicació, quasi accidents, accidents, condicions perilloses i pràctiques insegures.

La Priorització d'equips ABC

S'utilitza per classificar les plantes segons les seves prioritats d'intervenció en cas de fallada.

Els Estàndards acíclics de neteja, inspecció, manteniment i control
S'utilitzen per a les activitats de Manteniment Autònom, Organització del treball i manteniment professional.

El FMEA-Modes de Fallada i Anàlisi de Efectes
S'utilitza per evitar que els modes de fallada potencials.

El Kanban
És defineix com a una etiqueta utilitzada per a la programació i planificació de la producció.

El Kaizen
És vist com un procés diari, el propòsit dels qual va més enllà de la simple millora de la productivitat. També és un procés que, si es fa correctament, humanitza el lloc de treball.

El Mètode doble videocàmera
S'utilitza per realitzar la gravació en vídeo de les transaccions amb la finalitat de optimitzar-los.

L'Anàlisi MURI, MURA i MUDA
Anàlisi ergonòmic dels llocs de treball, de les operacions irregulars, i de les pèrdues.

El Gràfic de Spaghetti
És una gràfica que s'utilitza per detallar el flux físic real i les distàncies involucrades en un procés de treball.

L'Anàlisi ergonòmic (zona d'or i zona vaga)
Anàlisi d'operacions de treball a la zona que afavoreix la manipulació per tal de minimitzar el moviment i reduir la fatiga.

La Lliçó d'un punt
És una tècnica que permet un enfocament senzill i eficaç en un període curt de temps per transmetre una formació en un punt en concret.

El SOP (Procediment d'operació estàndard)
Procediment estàndard per al treball.

El JI (Full d'instruccions)
Full de treball primari.

L'Ajuda Visual
És un conjunt de senyals que facilita el treball i la comunicació dins de l'empresa.

El Poka Yoke
És una tècnica de prevenció a fi d'evitar possibles errors humans en el transcurs de qualsevol activitat productiva.

La TWTTP (La manera d'ensenyar a la gent)
Avaluació del nivell de capacitació sobre l'operació a realitzar. Es realitza mitjançant una entrevista de 4 preguntes estandarditzada.

El HERCA (Human Error Root Cause Analysis)
És una tècnica per a la investigació utilitzada en incidents d'interès, o accidents concrets, que examina el que ha passat i per què va passar.

Les RJA (Reconditional Judgment Action Analysis)
Anàlisi del criteri, la exploració i l'acció en el treball.

Els 5Q 0D (Cinc preguntes a zero defectes)
Anàlisi del procés o de l'equip (màquina) a través de cinc preguntes per tenir zero defectes.

El DOE (Design of Experiments)
És una tècnica permet als dissenyadors determinar simultàniament els efectes individuals i interactius de molts factors que podrien afectar els resultats de sortida.

L'Anàlisi estadístic (ANOVA)
És una col·lecció de models estadístics, i els seus procediments associats, en els quals la variància observada en una variable en particular es divideix en components atribuïbles a diferents fonts de variació.

El PPA (Anàlisi de Punts de Processament)
S'utilitza per restaurar, mantenir i millorar els estàndards operatius de treball, garantint zero defectes.

La Matriu de QA (Quality Assurance Matrix)
És un conjunt de matrius que mostra les correlacions entre les anomalies del producte i les fases del sistema de producció.

La Matriu QM (Matriu de Manteniment de Qualitat)
Es tracta d'una eina que s'utilitza per definir i mantenir les condicions de funcionament de les màquines, assegurant el rendiment i la qualitat desitjada.

El QA network
S'utilitza per assegurar la qualitat del procés mitjançant l'eliminació de reprocés.

El QuOA. Anàlisi d'operacions de qualitat
Anàlisi preventiu dels passos de treball per garantir la qualitat.

El SMED (Single Minute Exchange of Die)
És un conjunt de tècniques per dur a terme operacions de canvi de referència, i posada en marxa regular, amb una durada menor a 10 minuts.

L'Anàlisi de l'operació Rítmica
Anàlisi de la dispersió durant el cicle de treball.

El Mètode de moviment econòmic
Anàlisi utilitza per avaluar l'eficiència de moviment i optimitzar-los.

El VSM. Mapa de flux de valor

Permet posar en relleu les pèrdues en un procés, ajudant a representar el flux de materials i informació que descriu, en relació a un producte específic, a través de la cadena de valor entre els clients i els proveïdors.

La Matriu de material

Classificació dels materials d'acord a famílies A - B - C i subgrups.

La matriu-X

És una eina que permet comparar dos parells de llistes d'elements per a ressaltar les correlacions entre una llista, i les dues llistes adjacents.

viii. Millora continua.

L'estructura teòrica de *Cost Deployment* consisteix en la identificació sistemàtica dels residus i pèrdues, en la valoració dels costos i la seva reducció a través dels programes de millora. Per tant, la implementació de *Cost Deployment* és una eina que s'utilitza no només per a la recerca dels problemes (malbarataments i pèrdues), sinó també per resoldre'ls: indica que un problema ha de ser atacat primer, i amb quina metodologia.

La implementació de desplegament de costos en el Grup Fiat segueix 7 passos, els passos són implementats d'una manera cíclica, és a dir que el procés es reinicia periòdicament amb l'objectiu d'identificar i reduir noves pèrdues i deixalles.

1. Recollida de dades relatives a la planta
2. Matriu-A. Identificar les pèrdues de forma qualitativa al llarg del procés de producció. 3 tipus de pèrdua (instal·lacions, treballadors, materials)
3. Matriu-B. Comprendre i visualitzar la relació entre les pèrdues causals (causa arrel) i les pèrdues resultants.
4. Matriu-C. Relacionar cada causal amb els costos a què contribueix
5. Matriu-D. Selecció de tècniques de millora. Impacte de la pèrdua, cost de la solució i Facilitat per implementar les avaluacions.
6. Matriu-E. Decidir les pèrdues a ser atacat primer i quines metodologies són necessàries.
7. Avaluació. Compondre el pla de millora, i seguiment.

e. Descripció del model de Volkswagen (VPS)

El **Volkswagen Produktion System**, és el sistema de producció del grup VW.

i. Introducció

Volkswagen és un fabricant d'automòbils amb seu a Wolfsburg, Baixa Saxònia, Alemanya.

Ferdinand Porsche va construir el 1933 un cotxe que ell va anomenar el "Volksauto", un cotxe de motor posterior amb refrigeració per aire, i una forma de "escarabat". Adolf Hitler es va involucrar, ordenant a la producció d'un vehicle bàsic disponible per 990 marcs.
Volkswagen va ser creada originalment el 1936 pel Front Alemany del Treball (Deutsche Arbeitsfront, per fer el "cotxe de la gent".

Volkswagen vol dir "cotxe del poble" en alemany. El seu lema internacional actual és "Das Auto" ("El cotxe").

Però després de la segona guerra mundial, la planta semi-destruïda va quedar sota el control britànic. Tant la planta com les unitats productives van ser ofertes a la indústria del motor americana, australiana, britànica i francesa, i tothom les va rebutjar. Finalment, al 1948 gràcies a l'empenta del Major Hirst, de l'exèrcit britànic, va quedar sota el control del nou govern alemany occidental i del govern britànic, i es va refundar. I va reemprendre la producció de Beetles, que es convertiria en el cotxe més venut del món.

El 1964, Volkswagen va adquirir Auto Union, i el 1969, NSU Motorenwerke AG (NSU). Esdevenint propietària de la històrica marca Audi, i també de la seva tecnologia que va ser clau per donar a llum un altre cotxe icònic per a la companyia: el Volkswagen Golf el 1974

Volkswagen té a càrrec diverses marques d'automòbils i camions, incloent Audi, SEAT, Lamborghini, Bentley, Bugatti, Scania i Skoda. I plantes a tots els continents. I des de el 2009, unida a Porsche.

ii. Definició

El sistema de producció de Volkswagen (VPS) és definit com la base per al desenvolupament de Volkswagen en una empresa sincronitzada orientada a la creació de valor.
Els elements bàsics del sistema de producció de Volkswagen (VPS) consisteixen en una sèrie de conceptes bàsics i de quatre columnes "Cicle", "Flux", "Pull" i "Perfecció". (Volkswagen Group of America, 2009).

Per Volkswagen oferir un disseny emocional, un acabat de qualitat, una tecnologia innovadora, i assolir l'entusiasme dels clients a un preu competitiu enfront d'una varietat de models cada vegada més elevada només serà possible si els estàndards es compleixen de forma conseqüent i els processos són estables.

Volkswagen autodefineix el VPS com:

Un sistema de producció sincronitzat i orientat al valor afegit es caracteritza per estructures eficaces, processos optimitzats i un personal altament qualificat. Això garanteix els nostres llocs de treball de manera duradora i sostenible.

La plantilla forma l'eix central de l'empresa:
Els llocs de treball es dissenyen de forma ergonòmica, evitant l'esforç i fatiga dels operaris.

D'aquesta manera preparem a la nostra empresa per afrontar els desafiaments que comporta el canvi del panorama mundial.

iii. Història

El Grup Volkswagen va iniciar un canvi estratègic durant la severa recessió mundial de 1992-1993. Per gestionar la crisi, el Grup Volkswagen va començar a reorganitzar el sistema de producció en línia amb la producció *lean*, que es caracteritza per les jerarquies planes, treball en equip, una penetració a la fabricació més baixa i la creació de xarxes de logística amb els proveïdors. El suport proactiu dels comitès d'empresa fou vital, en aquell moment, per a l'èxit del projecte. (Volkswagen Chronik, 2011)

Mitjançant la introducció de la gestió de la producció descentralitzada, els grups autònoms de treball o cèl·lules de treball, el principi de la producció *lean* s'ancora en els processos. Volkswagen ja estava treballant en la introducció del treball en equip, acompanyat d'unes jerarquies més planes des de 1992. El 1993 es van transferir les competències de presa de decisions al departament operatiu, auto-responsabilitzant, encoratjant i motivant els empleats. Alhora, Volkswagen aplica el mètode de millora contínua perfeccionat pels japonesos. S'encoratja als empleats a participar en l'optimització del seu propi lloc de treball per elevar la qualitat i la productivitat de tots els processos de producció. Volkswagen Coaching, establerta el 1995, organitza programes educatius i cursos de formació en gestió per donar suport als processos d'aprenentatge associats a la nova organització del treball.

Les fàbriques construïdes a la dècada de 1990 són exemples de producció *lean*. Tant la planta Mosel (est d'Alemanya), com la planta de Seat a Martorell es van organitzar seguint el model japonès.

No va passar molt de temps perquè el sistema de producció reestructurat mostrés signes tangibles d'èxit. Entre 1994 i 1996, la productivitat en el Grup Volkswagen va augmentar gairebé un 30 per cent, mentre que els costos de producció van caure com a resultat dels temps de producció més curts. Per exemple el 1997, el temps de producció del Polo havia passat de 24 hores a 15, i el Passat de 31 a 22. Els avantatges de la producció *lean* es va fer clar per a tots en la quarta generació del Golf, també al 1997.

Des de llavors s'han millorat sistemàticament els procediments de producció en les plantes existents, principalment en el moment d'introduir nous models. A la dècada del 2000, l'estratègia de plataforma comuna (MQB principalment) va fer una contribució substancial a la creació d'estructures, també comunes, de plantes eficients.

L'any 2006-07 es dona un nou impuls al VPS, amb una terminologia desacomplexadament *lean*, i amb la creació dels *centres lean*. Arreu del món, els Centres *lean* s'estableixen en les marques del Grup, juntament amb centres de formació en les plantes. Aquests ofereixen cursos de formació per als empleats, des dels treballadors fins a l'alta direcció, ampliant així el seu camp d'especialització. (Volkswagen AG, 2008; Volkswagen AG, 2010)

El "Centre de *lean*" és una fàbrica model per provar les millores en l'eficiència del procés de producció, l'ergonomia i la qualitat. Els flux de procés *lean*, net, desenvolupat d'aquesta manera serveix de model per a tot el Grup. (Volkswagen AG, 2008)

iv. Objectiu

El sistema de producció orientat al valor i al sincronisme del Grup Volkswagen ha estat dissenyat amb l'objectiu de **millorar la qualitat** i el **compliment de les planificacions**, a l'hora que a **reduir els costos**.

L'element central del sistema és una **organització coherent i sistemàtica dels processo**s de treball, que és assolida a través d'un **sistema de producció uniforme** en tot el Grup, i en l'enfocament metodològic del procés de **millora contínua**. Els **empleats**, sindicats i la direcció tenen conjuntament l'objectiu de convertir l'empresa en una **organització d'aprenentatge**.

v. Representació

El sistema de producció proporciona els mètodes i els instruments necessaris per augmentar la qualitat i la productivitat, per reduir els costos, els temps de pas i aconseguir millorar el compliment dels terminis de lliurament.

El sistema de producció de Volkswagen es representat per una casa, amb quatre pilars, uns maons que configuren la base, i una teulada amb la direcció del sistema: orientada cap a la consecució del valor afegit i la producció síncrona.

Igual que en una casa, les bases constitueixen els fonaments sòlids. Formen part d'aquests maons de la base: la producció anivellada i balancejada, l'eliminació dels malbarataments, l'estandardització, l'organització del lloc de treball i la protecció del medi ambient.

Les columnes, partint de la base, representen l'aplicació dels principis per assolir el propòsit. Aquestes columnes són: tacte, flux, pull i perfecció.

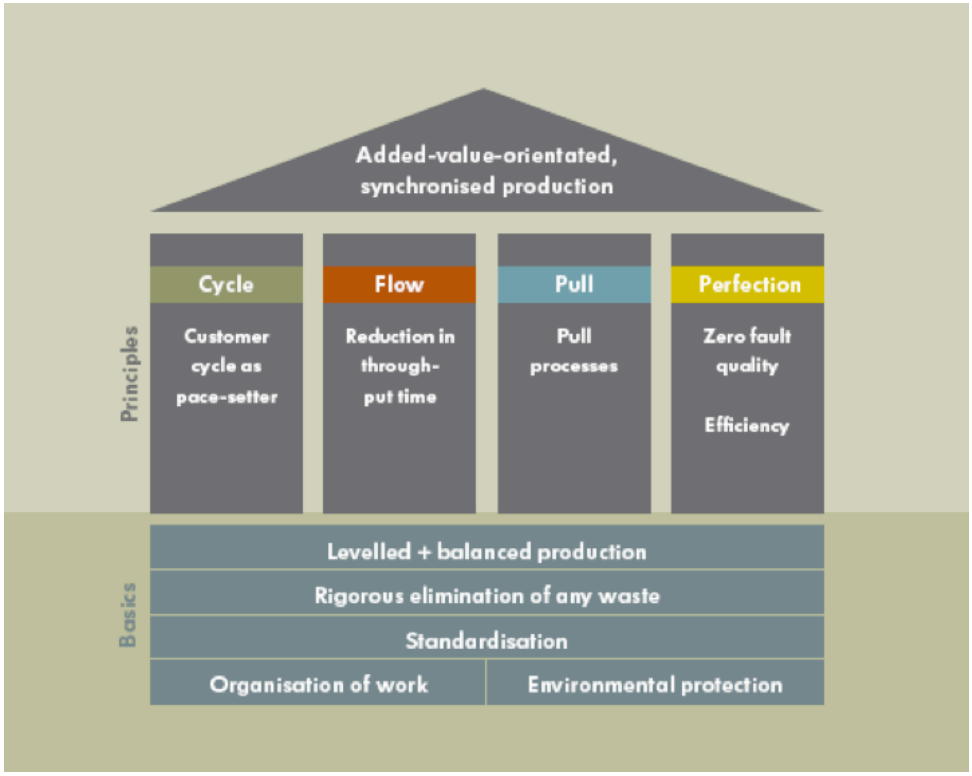


Figura 42. Casa del Sistema de Producció de Volkswagen (VPS). (Volkswagen group, 2009)

Cadascun dels elements de la casa VPS es construeixen a través dels seus mètodes corresponents.

vi. Principis

El sistema de producció de Volkswagen es basa en 4 pilars:

- El **tack**, -traduït com a tacte- que es basa en el principi que el cicle de treball és marcat pel client. És a dir tots els processos s'han de moure amb un cicle únic, i a la velocitat fixada per la demanda de client.

- Creació de **flux**, amb l'objectiu de reduir el temps de pas, tant en temps d'entrega, com temps utilitzat per a qualsevol malbaratament, i millorar els terminis d'entrega a client.

- Utilització de processos **Pull**, com a principi per enllaçar les diverses unitats productives autònomes, i entre els diversos mòduls.

- La **perfecció**. En aquest principi s'hi engloba tant els conceptes de millora continua, com de jidoka, i eficiència.

Que s'assenten en unes bases:

- La planificació de la producció **anivellada i balancejada**.
- L'eliminació fins a la causa arrel de qualsevol **malbaratament**. Política de tolerància zero al malbaratament.
- Ús de l'estandardització com
- L'organització del treball,
- La cura pel **medi ambient**

Les bases constitueixen els fonaments

- Totes les activitats es formen des de la base d'una avaluació qualificada dels **riscos** tenint en compte la protecció del **medi ambient**. D'aquesta manera es dissenyen llocs de treball, productes i processos segurs, incidint en els aspectes ergonòmics, de confort i visuals
- El treball amb **estàndards** recolzat per una gestió visual per garantir la qualitat i impulsar la millora contínua, i de fet, com a base transversal per a qualsevol pilar.
- Mitjançant una conseqüent i contínua eliminació dels **malbarataments** s'eliminen totes les coses que originen pèrdues i que incrementen els costos de fabricació.
- Una **organització del treball** en la qual es prioritza el treball en equip i la formació contínua. Són la base del VPS, per a un sistema de producció d'èxit.
- Una **producció anivellada i homogènia** per permetre finalment una alta productivitat gràcies a una producció constant al llarg d'un període determinat.

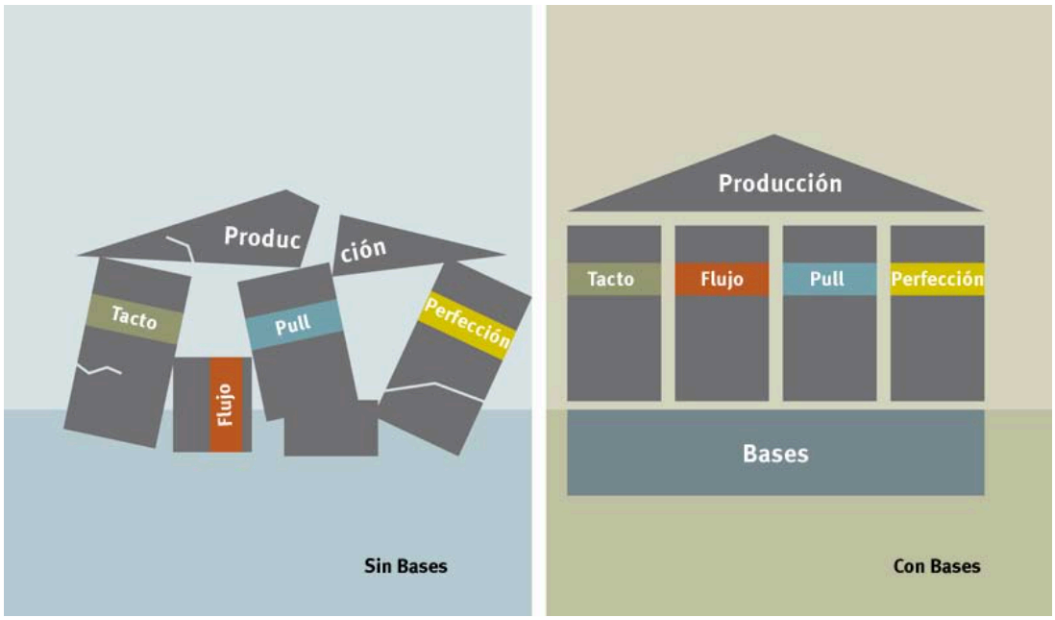


Figura 43. Representació de la sostenibilitat del VPS amb i sense bases. (Volkswagen group, 2009)

A banda d'aquests pilars el VPS, també anomena una sèrie de principis per a assegurar una alta eficàcia i una elevada competitivitat.

- Llocs de treball segurs i atractius.
- Motivació gràcies a l'èxit.
- Regles clares i precises gràcies a una comunicació òptima.
- Responsabilitats i tasques ben coordinades.
- Participació activa del personal en el procés de millora contínua dels estàndards.
- Més transparència en els procediments.
- Producció lliure d'avaries, processos estables.
- Millora contínua de la qualitat en el producte i el procés.
- Reducció de pèrdues per problemes de desviacions en els processos.
- Reducció de tot tipus de malbarataments en favor d'una qualitat i una major productivitat.
- Temps de pas més curts i millores en els terminis de lliurament, major orientació
- al client.
- Reducció de costos.
- Evolució de l'empresa gràcies a una organització que millora contínuament.

vii. Contingut

L'organització que aprèn

En aquest punt el VPS preconitza que les empreses amb èxit es caracteritzen per la seva predisposició al canvi, i per tant proposa que per tenir èxit en la implementació dels canvis sistemàtics i estructurals, el personal ha de tenir la possibilitat d'adquirir nous coneixements.

La formació i entrenament continu, en el VPS, tant individual com col·lectiva és utilitzada per ampliar els coneixements metodològics i socials per poder complir de manera òptima amb el seu paper de portadors de coneixement i innovació.

L'optimització "des de dins cap a fora", una cultura de resolució de problemes constructiva i la recerca constant de la millora és utilitzada per convertir-se en una organització que aprèn.

El treball en equip

En un equip els seus membres són els responsables de dur a terme les seves activitats. El VPS destaca en els membres de l'equip les actituds col·laboradores, els treballs eficients, el repartiment d'activitats uniforme, la polivalència i el flux de la informació.

En cada grup, el VPS hi designa un portaveu, que està alliberat de la producció, per realitzar les activitats i funcions per tal d'assolir els objectius, dur a terme la formació i coordinar el bon desenvolupament de l'equip. També dóna suport a les activitats de millora contínua i els processos de solució de problemes.

En el VPS els membres de l'equip tenen la responsabilitat i competència del seu propi treball i la millora contínua dels seus processos en base als estàndards. Ofereix la possibilitat de participar en el desenvolupament dels processos de treball i amb això en la seguretat laboral, tenint com a principal objectiu la qualitat del producte i l'augment de l'interès pel treball diari.

Les 5'S

El Sistema de Producció de Volkswagen utilitza les 5S com a condició prèvia per a treballar amb estàndards.

Per al VPS amb una millor organització de l'entorn laboral a través de llocs de treball nets i estandarditzats, les "5S" proporcionen una major seguretat en el treball i una major motivació en el personal. Destacar que les 5'S no s'apliquen només en el sentit funcional, sinó també estètic i acústic, utilitzant materials nobles, parets de vidre i una estètica agradable.

Per altra banda, en el sistema de producció de VW, amb les 5'S en els llocs de treball, es busca la transparència i la visualització de les desviacions que puguin contribuir a millorar la qualitat dels productes i els processos així com la productivitat.

El VPS també utilitza les 5'S en el disseny dels llocs de treball per facilitar l'abast d'eines i mitjans auxiliars, així com per reduir el temps necessari de formació en el lloc.

Els estàndards

Treballar amb estàndards, dins el VPS, busca permetre als operaris desenvolupar rutines. I amb això poder crear cicles que sempre disposin de la mateixa seqüència de treball dins d'un takt.

El objectiu és garantir llocs de treball segurs, que compleixin la qualitat i la productivitat necessàries. Per això el VPS mobilitza a actuar cada vegada que el treball es desvia de l'estàndard.

Les regles del treball estandarditzat en el VPS:

- Un estàndard, un cop definit, és vàlid per als operaris de tots els torns de treball.
- Els estàndards es van millorant contínuament, reduint els malbarataments i solucionant problemes que sorgeixen.
- Treballar amb estàndards millorats significa una millora de les seqüències de treball i de la qualitat.

Per al VPS, sense estàndards no hi ha millora. És a dir estableix l'estandardització com a base de la millora continua.

Els 9 tipus de malbarataments

El VPS defineix com a malbaratament tot el que no serveix per incrementar el valor. De fet amb l'eliminació contínua de malbarataments en els processos i productes, directament s'augmenta el percentatge d'activitats que generen valor afegit. En el cas ideal això vol dir tots i cadascun dels passos d'un procés són necessaris i no podrien ser omesos. I eliminant els malbarataments es una de les vies escollides per a una reducció dels temps de pas i els costos, millorant la rendibilitat.

El VPS li atorga a la sobreproducció una especial atenció, perquè considera que és una forma de malbaratament que encobreix tots els altres tipus de malbaratament.

El VPS té en compte nou tipus de malbaratament. Als clàssics de sobreproducció, estoc, espera, moviments innecessaris, el transport, els processos innecessaris i la correcció, s'hi afegeixen dos més: els procediments de treball no ergonòmics i la comunicació insuficient.

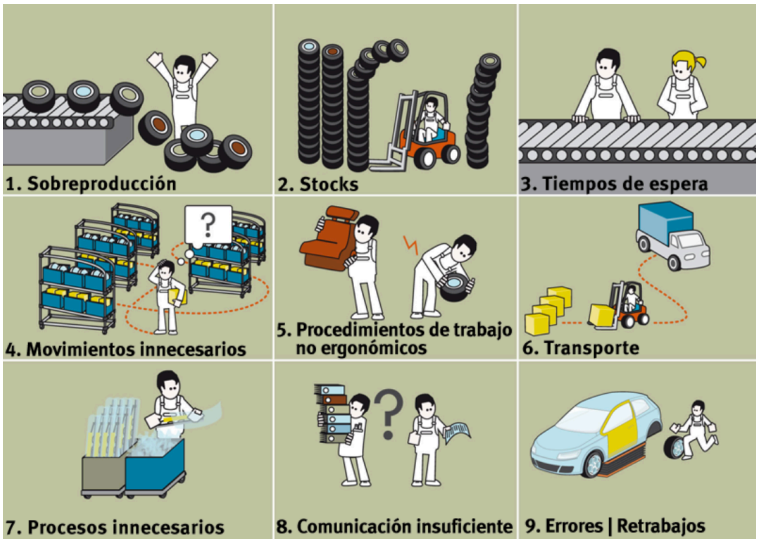


Figura 44. Els 9 tipus de malbaratament

El concepte de TAKT

En el VPS el tacte client és el marcapassos de tots els processos i per tant la base de qualsevol optimització, a on la visió del principi "tacte" pren el ritme de les comandes del client com a cicle de la producció, creant el batec del cor de la organització.

El sistema de producció de VW vol produir amb el mateix ritme amb què el client sol·licita els productes. D'aquesta manera, el tacte de client serveix de marcapassos per a la producció i els processos que li donen suport, creant un ritme invariable i constant. Un objectiu és crear processos de fabricació sòlids, estables i cíclics que eliminin en conseqüència tot tipus de malbarataments.

El mètode d'un sol tacte és la base dins el VPS per a una seqüència de treball cíclica i estandarditzada. Amb les càrregues en un tacte, cada operari realitza les seves tasques en el producte que es fabrica en un temps determinat, anomenat "temps tacte", en un espai també determinat pel "tacte". D'aquesta manera es pretén millorar l'ergonomia, els recorreguts i interferències entre operaris.

Amb la possibilitat de treballar de manera cíclica i estandarditzada, la càrrega en un sol tacte crea la base per a un disseny conjunt d'estàndards en el producte, el procés, els mitjans auxiliars i la infraestructura. El desenvolupament, la planificació i la generació de "càrregues en un sol tacte" és definit com a un requisit essencial per aconseguir la màxima qualitat i productivitat.

Tal i com està dissenyada dins el VPS, la càrrega d'un sol tacte també visualitza ràpidament qualsevol desviació o malbaratament fomentant la seva eliminació de manera immediata i duradora.

El concepte de FLUX

Flux, definit com a encadenat de tots els processos, informacions i materials, amb pulmons mínims i clarament definits. El principi de "Flux", dicta que el material i les informacions han de fluir al ritme del tacte del client.

Això vol dir que el VPS adapta els processos i les seves seqüències de treball a la seqüència de fabricació i es reparteixen conforme al tacte del client en els respectius llocs de treball.

Per altra banda treballant en un flux de peça a peça i amb el lliurament directe al procés següent, el suport de la gestió visual permet descobrir desviacions de qualitat i fer un seguiment respecte a la seva ràpida eliminació.

Amb el principi del flux el VPS pretén un subministrament segur i estable a producció, a més de escurçar el temps de pas, reduint els pulmons estandarditzats necessaris, mitjançant l'eliminació de problemes.

Donant suport al concepte de flux, hi ha els layout en "espines de peix", que permeten el subministre de les peces necessàries en el moment necessari "JIT" a la línia.

En el VPS, el principi de l'espina de peix descriu la disposició espacial dels processos de producció, amb un acoblament directe entre els premuntatges de peces i les línies principals de producció.
L'objectiu del principi, en aquest cas, és el premuntatge i subministrament sincronitzats de les peces, amb un acoblament molt proper a la línia principal mitjançant pulmons estandarditzats, per aconseguir escurçar el temps de pas i reduir les diferències en temps de muntatge entre els diferents acabats del producte a la línia principal.

El concepte de PULL

El VPS ho descriu com els processos que tiben -"Pull"- garanteixen procediments ajustats "lean" amb valor afegit.

En aquest principi "Pull", el procés posterior s'aprovisiona del procés anterior exclusivament d'aquelles peces i informacions que necessita. Alhora, el procés anterior produeix només el que requereix el procés posterior.

De manera remarcable, el VPS, dona més importància al subministrament a través de processos segurs i una reacció ràpida, que no a un alt grau d'aprofitament de les màquines.

Amb el principi "Pull" es pretén aconseguir reduir els estocs, les inversions i les tasques de control. I de manera indirecta gràcies a la millora del procés que es necessària per aconseguir aquest objectiu, minimitzar també els temps de pas i els costos.

Ja que mitjançant el "Kanban" es produeix i es posa a disposició només allò que demana el procés posterior, aquesta eina -el Kanban- és el mètode utilitzat per a la introducció del principi Pull. I d'aquesta manera, el Kanban permet tant el control com la reducció del temps de pas mitjançant la minimització d'estocs.

A més, combinat amb les eines de gestió visual, segons els VPS, tots els malbarataments i desviacions de l'estàndard es tornen visibles.

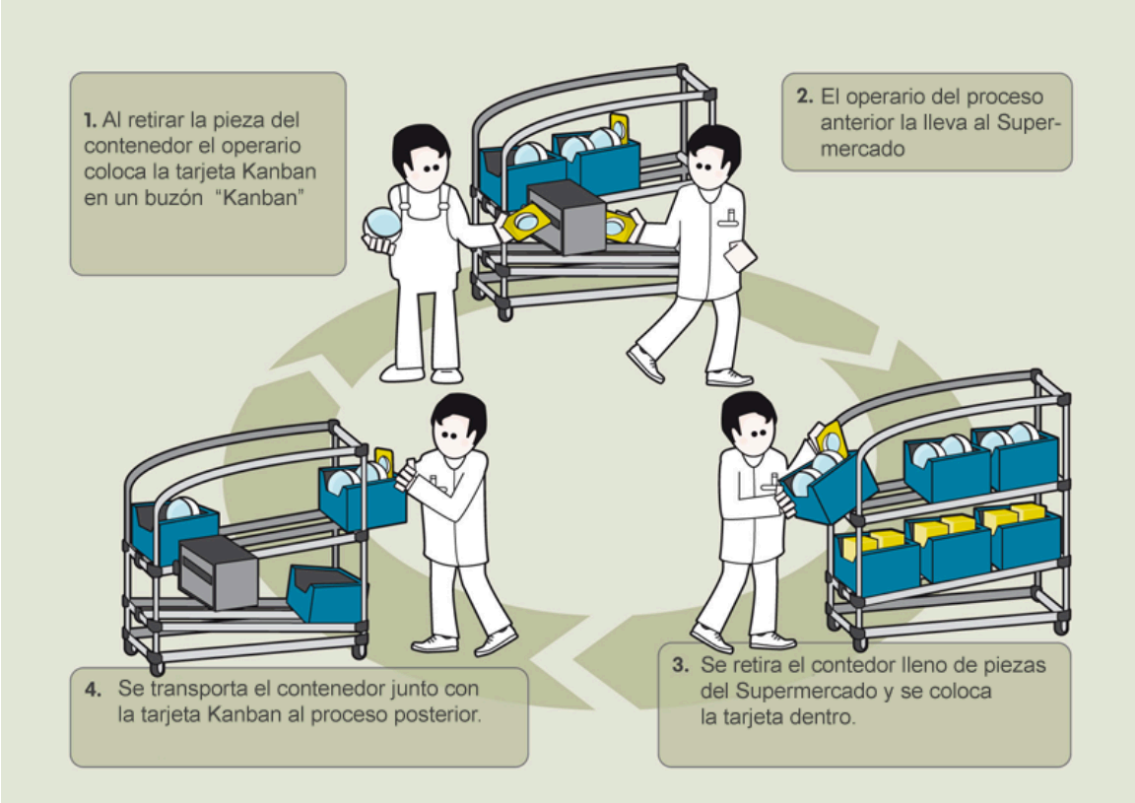


Figura 45. Funcionament del Pull amb un supermercat i kanban.

El concepte de PERFECCIÓ

El sistema de producció de VW busca aconseguir processos perfectes mitjançant una qualitat amb zero errors, aturar el procés en cas de desviació, i mitjançant la pròpia eficiència. L'objectiu és el lliurament de peces 100% OK als processos posteriors.

Segons el VPS *"Errar és humà. I cada error ens brinda una oportunitat de millorar"*.

El sistema busca de manera duradora que cada error passi només una vegada, intentant aconseguir una organització dels processos que previngui els errors, que els detecti i solucioni immediatament allà on tinguin lloc.

El principi de la perfecció proporciona els mètodes perquè això sigui possible i porta per tant a una estabilització i una millora constant dels processos.

La millora continua també incideix en les màximes de la col·laboració que es pretén que regeixin el tracte entre tots els treballadors. De fet la introducció duradora d'un sistema de producció sincronitzat i orientat al valor afegit, dins el VPS, es basa en un lideratge correcte i una comunicació bona i eficient. L'enfocament orientat a la coherència entre totes les àrees de la

companyia en els seus aspectes operatius i estratègics, és la condició prèvia que hi posa el sistema de producció per poder actuar correctament.

A més, el control de processos mitjançant un sistema de seguiment estandarditzat permet mantenir una comunicació regularitzada sobre els resultats.

El VPS ho resumeix posant tota l'atenció en el procés, veure i observar com a camí per entendre i solucionar els problemes així com assegurar el compliment dels estàndards. Finalment fomentant una cultura que genera qualitat a la primera, en contraposició d'una cultura de retreball.

f. Descripció del model de Mercedes (MPS)

i. Introducció

Daimler AG és un fabricant d'automòbils, que té la seu a Stuttgart, Baden-Württemberg, Alemanya.

Mercedes-Benz és una divisió de la multinacional Daimler AG, i fabricant d'automòbils alemany. La marca s'utilitza per als automòbils de luxe, autobusos, autocars i camions.

Mercedes-Benz té els seus orígens en el primer cotxe de gasolina de Karl Benz el 1886. El primer Mercedes es va comercialitzar en 1901. El 1926, es varen fusionar les companyies de Karl Benz i Gottlieb Daimler en l'empresa Daimler-Benz.

El 1998 va comprar Chrysler, que més tard es va vendre a Fiat el 2007.

Daimler inclou les marques: **Mercedes-Benz, Mercedes-AMG, Smart, Maybach , Freightliner, Western Star, Thomas Built, Setra, BharatBenz, Mitsubishi Fuso, MV Agusta**, així com participació a **Denza, Kamaz, Beijing Automotive Group**.

ii. Definició

És un sistema integrat, que descriu com es conformen, implementen i mantenen els processos a la planta. El sistema de producció, com a mecanisme regulador, guia cap a la excel·lència en el saber fer durant la producció dels vehicles, donant al mateix temps una orientació per a les tasques diàries.

"lean Management. Els sistemes de producció que fem servir en els nostres vehicles de passatgers, camions, autobusos i plantes (MPS - Sistema de Producció de Mercedes; TOS - Sistema Operatiu de camions; BOS - sistema operatiu de busos) asseguren l'optimització contínua i sostenible de tots els nostres processos de producció.

També estem davant del desafiament permanent de garantir la sostenibilitat dels nostres processos administratius. Com fem això? Administració lean.
Per a nosaltres, l'administració lean és un factor fonamental per aconseguir l'excel·lència en les operacions diàries. "Administració" es refereix a totes les unitats de no producció i departaments. Processos eficients i una excel·lent ajuda a millorar la forma en què utilitzem els nostres recursos i la contribució al valor realitzat per l'empresa en els diferents departaments. Volem ser jutjats pel rendiment obtingut i com els nostres processos satisfan les necessitats dels nostres "clients" interns / unitats especialitzades. El nostre futur i el nostre potencial es troben en una cooperació efectiva –una cultura de gestió de mida reduïda (per exemple, el diàleg obert entre els directius i empleats) que ens ajuda a mesura que avancem en el camí cap a l'excel·lència.

En resum, considerem l'administració lean com una cultura de gestió i comunicació que promogui el procés de millora contínua (CIP) a través de l'ús del MPS / TOS / BOS, amb l'objectiu final d'assolir l'excel·lència." (Daimler Sustainability Report, 2011)

iii. Història

Durant vàries èpoques, diferents plantes de Mercedes havien implantat diversos sistemes de producció, però aquests intents eren espontanis i isolats. Destaquen dues d'elles: Rastalt I i Untertürkheim. Rastalt I, era una planta nova (un *greenfield*) a principis dels 90, que va incorporar elements del sistema de producció Volvo, coetani a l'època, com el treball modular, el treball en equip, o l'absència de cadenes de muntatge en moviment. Però, de la mateixa manera que a la pròpia Volvo, també va ser abandonat (o transicionat) cap a un sistema *lean* amb estàndards de temps de cicles més curts, i altre cop flux de peces. Fins llavors, res d'això va constituir mai una consciència de sistema de producció, i per tant escrita. El primer sistema de producció escrit el trobem a la planta d'Untertürkheim (1997), i l'anomenaren Prosys. Constituït amb principis molt bàsics, es va anar enriquint posteriorment amb nous afegits. Per exemple el 1999 va incorporar la millora contínua, com a part del sistema de producció.

El 1998 Daimler i Chrisler vàrem fusionar-se. I a partir d'aquí la història interna del sistema de producció va patir un gir. La lògica integració de tots els sistemes va produir-se també en els sistemes de producció.

Daimler hi arribava amb aquest bagatge. A Chrysler el tema era diferent ja que comptava amb un sistema de producció global, el Chrisler Operating System, des de principis dels 90. I aquest havia estat modelat seguint en el Toyota Production System. És un sistema molt ortodoxa, que s'inscriuria dins la tendència del one-best way.

Durant el període entre 1992 i 1994 Chrysler va fer un benchmark extensiu del Toyota Production System, i va crear el Chrisler Operating System (COS). Aquest es començarà a aplicar l'any fiscal 95-96.

Durant la fusió, respecte als sistemes de producció, Chrysler va ser qui més hi va aportar, i el COS va mutar cap el DCOM (Daimler Chrisler Operation Model), per a poder servir, amb una sola solució a tot l'espectre del dos fabricants. Aquest va ésser ratificat pel consell de direcció l'estiu del 99. Posteriorment el DCOM va canviar de nom cap a Daimler Chrysler Production System (DCPS), creant definitivament un sistema de producció unificat, que servís de patró i mirall per a totes les divisions. Tant des del punt de vista d'estructura com també en el contingut, aplicació i auditoria.

Per temes d'imatge interna el DCPS, va replicar-se en el COS i en el MPS (Mercedes Production System).

El MPS que beu directament del DCPS, és estructuralment idèntic, però sumant-hi les polítiques laborals per a poder tenir el beneplàcit dels sindicats alemanys. Aquest va començar a ser desplegat a partir de l'any dos mil a tota la organització.

Tot i que posteriorment Daimler es desprengués de Chrisler, el MPS no va canviar.

iv. Objectiu

El sistema de producció de Mercedes defineix el seu objectiu, de manera global, com a esdevenir una eina de transformació i guia cap a la excel·lència.

v. Representació

La respresentació del MPS té dues imatges: una de dinàmica i una de estàtica.

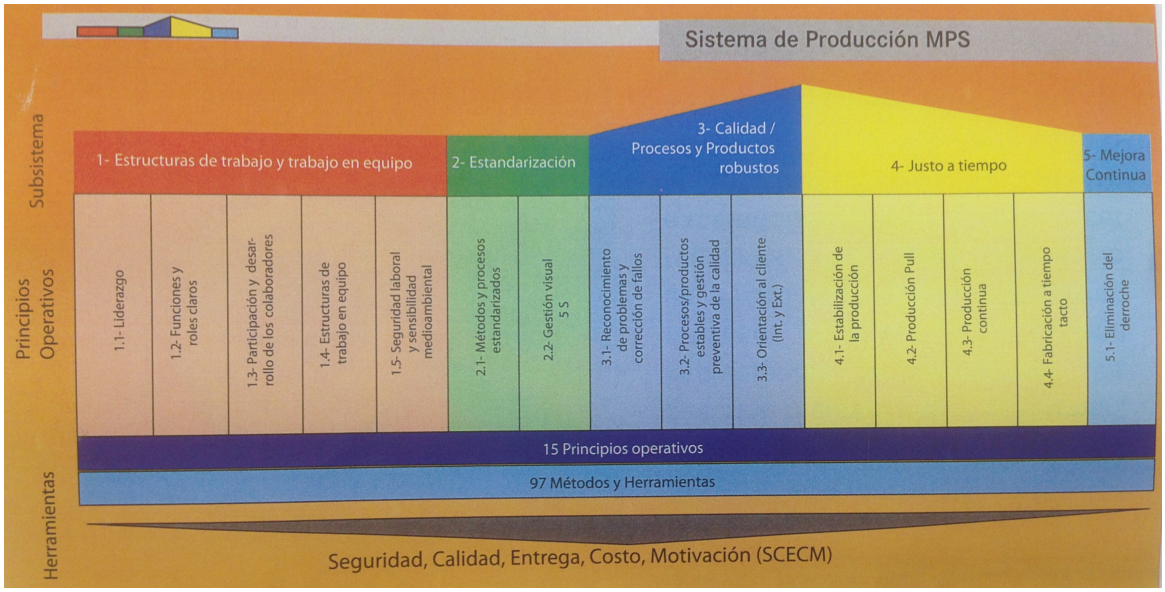


Figura 46. Representació estàtica del MPS. (Daimler, 2008)

La representació estàtica manté la simbologia de casa o temple. Amb un sostre a on hi trobem el subsistemes interrelacionats que es volen assolir, suportats per quinze pilars, que són els principis operatius. A la base hi ha els mètodes i eines.

La representació dinàmica adopta la forma amb que Toyota explica l'ús del mètode científic i PDCA, juntament amb el lideratge. (figura 36)

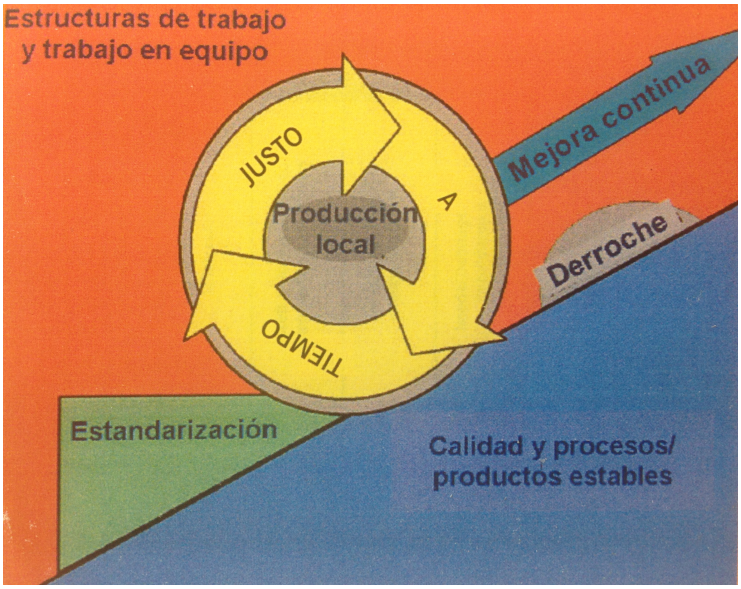


Figura 47. Representació dinàmica del MPS

vi. Principis i conceptes bàsics

EL MPS consisteix en tres nivells diferents: subsistemes, principis operatius, i eines i mètodes. A dalt de tot hi trobem els subsistemes, els principals temes interrelacionats de la producció per a Daimler. Aquests es subdivideixen en els principis operatius, que serveixen per a diferenciar els diferents aspectes d'aquests temes. A un tercer nivell hi ha les eines, que descriuen els principals mètodes i pràctiques usades en el sistema de producció.

Com a subsistemes, i principis operatius del MPS s'hi troba:

Subsistemes	Principis Operatius
1. Estructures de treball i el treball en equip.	Lideratge Funcions i rols clars Participació i desenvolupament dels col·laboradors Estructures de treball en equip Seguretat laboral i sensibilitat mediambiental
2. La Estandarització.	Mètodes i processos estandarditzats Gestió Visual 5S
3. La qualitat, i assolir processos i productes robustos.	Reconeixement de problemes i correcció d'errades Processos/Productes estables i gestió preventiva de la qualitat Orientació al client (intern i extern)
4. El JIT, just-in-time.	Estabilització de la producció Producció Pull Producció continua Fabricació a temps takt-time
5. La millora contínua.	Eliminació dels malbarataments

Taula 41. Subsistemes del MPS

Aquests subsistemes es relacionen de la següent manera:

La estandardització, i la qualitat i estabilitat de productes i processos actual, són la base a on es sustenta la producció. A través d'impulsar el Just-In-Time, mitjançant l'ús de la millora continua, la producció millora superant els malbarataments. Amb aquesta millora s'obté una qualitat més alta i processos i productes estables superiors. En aquesta nova situació, més alta, cal actualitzar la estandardització, col·locant una nova falca. Tot això en un entorn de treball en equip i estructures de treball definides.

vii. Contingut

Estructures de treball i treball en equip

Aquest subsistema es divideix en 5 pilars:

1) En el primer pilar, el lideratge, hi trobem el desplegament, revisió, seguiment i avaluació dels objectius de la organització, del sistema d'avaluació dels empleats i dels caps. Tot això en un esquema de comunicació regulada.

   En aquest pilar, també s'hi descriu la caracterització dels llocs de treball i del procés, amb els seus indicadors i check-lists que en part conformen un sistema d'avaluació d'empleats.

   El desenvolupament de les persones, dels equips, i lligat al desplegament dels objectius el seu reconeixement també formen part principal d'aquest pilar.

2) El segon pilar està basat en la creació de funcions i rols clars, utilitzant per a aquesta finalitat les descripcions dels processos, i la pròpia formació, que contenen no només les passes, sinó també els mitjans tant tècnics com de seguretat, els indicadors i les responsabilitats.

3) El tercer pilar en que es basa el MPS és la participació i desenvolupament dels col·laboradors. Aquest punt comença amb una visió pròpia del procés de selecció i fins la formació continuada. Part d'aquesta formació continua es realitza a les anomenades illes d'aprenentatge, on es reprodueixen les condicions reals de treball i es comparteixen experiències.

   La participació, al MPS, s'incentiva a través de la gestió de propostes de millora (anomenades PDM), que sorgeixen a títol individual, i sobretot amb l'ús de tallers de millora continua (kVP) a on es poden proposar, provar, realitzar les propostes de millora continua.

4) Per al MPS, les estructures de treball en equip, són molt importants i una de les herències del volvoisme. Essent aquest el quart pilar.

   Les característiques del Team Leader (TL), que representa al equip a tots els nivells, i té com a missió tant dinamitzar la millora continua, com fer el seguiment de les tasques i de qualitat, és un dels aspectes més importants. Juntament amb la creació dels equips autònoms de treball, que tenen les seves pròpies reunions (quinzenals) i uns panells de seguiment propis, com si fossin estructures independents. L'estructura de treball en equip es completa amb les matrius ILUO de qualificació i polivalència, els procediments d'avaluació, una política de rotacions i altres aspectes de salut laboral, i els procediments del treball en equip.

5) El darrer pilar del primer subsistema és la Seguretat Laboral i Medi Ambient. Aquest darrer pilar denota un esforç per fer del sistema de producció un sistema global, que inclogui tots els aspectes inclosos els culturals, com seguretat Laboral i Medi Ambient. L'ergonomia, l'ús de senyalització, les campanyes de sensibilització i la separació de residus són les eines que conformen aquest pilar.

La Estandardització

1) El primer pilar del subsistema, al que el MPS hi dona molta importància són els processos i mètodes estandarditzats.

   Per al MPS, l'estandardització està lligada a la estabilitat i la qualitat. També considera la estandardització com la base de la millora continua, i que mitjançant la seva configuració es dona la participació dels treballadors.

   L'estàndard per altra banda no es limita a les fulles d'operació estandarditzada (SOS – Standard Operating Sheet), amb les fases i passes de treball. També hi inclou l'estàndard de la gestió del material, la informació, i els indicadors, pel que fa a les anomenades tasques directes.

   Pel que fa a les tasques indirectes, hi contempla l'ús de mètodes estàndard per a projectes i inversions de manera que es maximitzin i orientin els resultats, amb una minimització dels costos i del temps.

2) L'altre pilar és la gestió visual i les 5'S, que consideren una base per a la configuració eficient dels llocs de treball, i la implicació del equip. El MPS considera la gestió visual com una manera de poder donar suport a la estandardització en les seves diferents facetes: treball a fer, material necessari, informació, comunicació, etc.

La Qualitat

1) Dins els subsistema de la qualitat i estabilitat, el primer pilar és el reconeixement ràpid dels problemes i la seva eliminació. Per a aquest propòsit s'estableixen quatre circuits: equip, línies, divisió i fàbrica. Aquests cercles tenen suport en els estàndards de qualitat, les verificacions i auditories, així com una informació continua de la monitorització.

   Metodologies d'anàlisi de la causa arrel com els 5-perquè's o diagrama d'Ishikawa, són usades a qualsevol nivell. Una altra metodologia important dins aquest apartat del Jidoka és l'anomenat "*cordó vermell"* en que davant d'un problema de qualitat es pot arribar a parar la producció. Al MPS això es inclòs dins el concepte *alarma de qualitat*.

   Finalment durant la industrialització d'un producte o un canvi, l'ús de *try-outs* i *fites* ajuden a trobar les condicions marc per a una fabricació d'acord amb el procés.

2) El segon pilar d'aquest subsistema, l'estabilitat dels processos/productes i gestió preventiva de la qualitat conté la majoria de les tècniques/eines de qualitat estàndard de la indústria. Començant per l'ús del AMFE per assegurar preventivament l'estabilitat dels processos/productes, així com definir el pla de control dels mitjans de producció.

   Un cop els processos estan definits, l'ús del poka-yoke, mistake-proofing i el SPC (Statistical Process Control) ajuden a prevenir falles, evitar errors i a un control de les peces que estiguin dins dels límits de tolerància.

   Un punt molt important és el procés de resolució de problemes, en aquest cas molt semblant a un PDCA, A3 report o 8D, i que té el següent esquema:

   a. Informació d'on i qui té el problema

b. Descripció breu del problema
c. Descripció tècnica del problema
d. Mesures de contenció
e. Anàlisi (5 perquès...)
f. Mesures correctores
g. Seguiment d'efectivitat
h. Mesures preventives per al futur (lliçons apresses)

L'estabilitat de la qualitat, a un nivell més general és assegurada per auditories de procés, la gestió de la qualitat de proveïdors, i en darrera instància per les certificacions de qualitat disponibles.

3) El tercer pilar de la qualitat és l'orientació al client, tant intern com extern.

Aquesta orientació es concreta amb uns acords de qualitat, per a cada nivell d'escala, i utilitzant les *Q-Gates* per a un auto-control i no permetre la sortida d'un defecte al següent client intern, i menys al extern.

Un conjunt d'auditories internes, com la BPA i APA, i un conjunt d'auditories externes pròpies dels ens reguladors, així com d'organismes independents, acaben de conformar aquest compromís.

El concepte JUST-IN-TIME

El sistema de producció de Mercedes, desglossa aquest concepte en pilars:

1) El primer pilar, és l'anivellat de la producció, que tenint en compte les capacitats de producció, procura l'estabilitat a tots els processos, establint l'equilibri entre les oscil·lacions del mercat i l'estabilitat de la producció, amb l'anomenat *"collar de perles"*, que s'equipara a l'heijunka. Aquest collar de perles és la seqüència cíclica i ordre de les diferents variants a produir.

2) El segon pilar és la producció pull, que comença amb una planificació del flux de materials i l'ús de diversos mètodes de consum i reposició, com l'ús de FIFO's, supermercats, milkruns de repartiment, una simple gestió visual dels nivells de material, o evidentment l'ús de kanban.

3) El tercer pilar és la producció continua.

Aquest pilar es val d'estratègies diverses com són l'ús del one-piece-flow, en que les peces flueixen per tots els processos sense interrupció, o el més a prop possible d'aquest concepte, amb l'ús de contenidors petits estàndard i estratègies de magatzem únic, o usant conjunts de sets de material, per evitar la manipulació i el sobre estoc.

En qualsevol cas, seguint una estratègia FIFO, i de lot petit, per utilitzar primer el que abans s'ha subministrat.

4) El darrer pilar és la fabricació a takt time. Per a donar resposta a aquest principi s'utilitza el gràfic de balanceig de tasques en l'equip, en que es mostra el repartiment de les tasques a realitzar i quines són de VA i quines de NVA. L'objectiu és aconseguir a tot arreu un temps fixe de cicle per aprofitar de manera òptima el nostre potencial d'optimització i adaptar-lo al client.

De tota manera l'objectiu global d'aquest subsistema és assolir la menor quantitat possible de material, per a que mai falti material.

La Millora continua

Aquest subsistema conté un únic pilar: l'eliminació de malbaratament.

Per al MPS, que també els descriu, els malbarataments són els set clàssics

La filosofia principal utilitzada a la millora continua del MPS, és el cicle PDCA, i desplegada mitjançant els tallers kaizen.

Els kaizen tenen tres fases i n'hi ha de dos tipus el mKVP i el eKVP.

Els primers tenen una duració de 2-5 dies, no tenen una freqüència fixa i són protagonitzats per un equip d'origen heterogeni amb participació d'operaris, els segons són basats en petites reunions i setmanals per part d'un equip expert concret.

En aquest subsistema, el MPS, també identifica com a eines els 5-perquès i les fulls d'instruccions (JI) amb l'ús del espagueti flow.

Finalment eines com el benchmark, la enginyeria concurrent (SE), i la gestió de modificacions també s'hi inclouen.

g. Descripció del model de GM (GMS)

"Sistema de Fabricació Global de GM (GMS). Els vehicles són produïts amb un enfocament de respecte pels empleats, la participació de les persones, la estandardització, el lliurament de peces JIT, la reducció de malbarataments i la millora contínua. Sota l'estricta regla de 'no rebre, crear o transmetre defectes aigües avall', aquest sistema permet fabricar-en-qualitat. " (Global Design, Product Development and Manufacturing Network, 2011).

i. Introducció

General Motors construeix automòbils a 158 instal·lacions de tot el món. La companyia, nord-americana, té la seu a Detroit, Michigan.

General Motors va ser fundada a Flint, Michigan, el 1908. Dues dècades més tard ja era la companyia fabricant de cotxes més gran del món, i durant dècades de fet la companyia més gran del món en termes absoluts. D'aquesta època hi ha la frase "El que és bo per al país és bo per a General Motors, i viceversa ", pronunciada per Charlie Wilson, excap de GM i secretari de Defensa dels EUA. Juntament amb Ford i Chrisler formava part del "Big Three".

Aquesta situació va començar a trontollar als anys setanta del segle XX, i als inicis del s XXI va perdre el liderat en vendes en favor de Toyota, i recentment de VW. Finalment la crisi del 2008 va portar a GM a acollir-se al Capítol 11 (Bancarrota) al juny de 2009, i al seu posterior rescat per part del govern americà. La venda i tancament d'actius, i la refundació han estabilitzat la companyia.

GM fabrica i ven vehicles sota les marques: **Buick, Oldsmobile, Cadillac, Elmore, Oakland, Pontiac**, General Motors Truck (més tard **GMC**), **Chevrolet, Vauxhall, Adam Opel AG, i Daewoo Motor**. I també té o ha tingut participacions en **Saab Automobile AB, Hummer.**

ii. Definició

El Sistema de Fabricació Global és un sistema de fabricació única, comú que involucra tots els empleats a utilitzar millors processos, pràctiques i tecnologies per eliminar els residus en tota l'empresa. Això dóna suport Propòsit i Valors de General Motors.

Aquest sistema es compon de cinc Principis i 29 Elements

iii. Història

Hi ha diversos factors que juguen un paper en l'evolució de GMS de GM. L'experiència adquirida a través d'NUMMI, una aliança amb Toyota proporciona la introducció de les tècniques de Toyota Production System a GM.

La transformació a les velles plantes americanes mai va ser reeixida, i varen ser les noves plantes de GM a Eisenach, Alemanya; Xangai, Xina i Rosario, Argentina les que van ajudar a establir les bases del GMS. Aquestes noves plantes prenen les experiències de NUMMI al següent nivell i serveixen com a models per a tota la resta de plantes.

A partir d'aquell moment, i especialment del 2005, es va produir el desplegament a totes les plantes.

iv. Objectius

L'objectiu principal i declarat del sistema de producció de General Motors és simplement eliminar malbaratements.

v. Representació

En aquest cas la representació és una esfera que representen els elements del sistema de producció, contínuament orbitats per tots els 5 principis.

Figura 48. Representació del GMS

vi. Principis

El GMS fa una descripció dels principis i els seus elements:

Participació de la gent

- **Visió / Missió** - Motivar les persones a actuar i ajudar a tota la resta de persones. Visualitzar, comprendre i relacionar amb les metes i objectius de la competència de l'organització.
- **Salut i seguretat** – Garantir el benestar amb la creença que la seguretat és la prioritat absoluta.
- **Personal qualificat** - Per garantir la millor acomodació possible de les capacitats de les persones amb la expectativa de realitzar amb eficàcia les seves funcions i responsabilitats.
- **Concepte d'equip** - Per embarcar en el procés de millorar contínuament el rendiment, la qualitat del producte i les condicions de treball a través del treball en equip. També ho relaciona amb desenvolupar l'orgull dels empleats, la satisfacció laboral i el creixement personal.
- **Compromís** –Crear un entorn que fomenti un "esperit d'orgull", on la gent contribueixi voluntàriament amb esforç i idees.
- **Procés de Comunicació Oberta** - Intercanvi d'informació que ajuda a la gent de tots els nivells a prendre decisions informades i millorar el rendiment de la organització.
- **Gestió de taller** - Assegurar que les decisions es prenen en el lloc de treball mitjançant la utilització de la informació rellevant, precisa i de primera mà. El lideratge té una presència activa a la planta per formar, entrenar i reconèixer la capacitat dels empleats.

Estandardització

- **Organització del treball** - Per posar ordre i mantenir el lloc de treball per fer les condicions "fora d'estàndard" fàcilment visibles i donar suport a l'eliminació de malbarataments i gestió de planta.
- **Gestió per takt time** – gestió establint un flux constant de producció de el que es necessita, quan es necessita (a partir de la demanda dels clients) i eliminar els malbarataments.
- **Treball estàndard** - per establir una línia de base predictible i repetible per a la millora contínua i d'involucració dels membres del equip, per assolir els més alts nivells de seguretat, qualitat i productivitat.

Construït en Qualitat (equivalent al terme Jidoka)

- **Estàndards de Qualitat** - Proporcionar als grups multi-funcionals criteris d'avaluació.
- **Validació de processos i productes** - Per assegurar que cada procés i producte és capaç de complir amb els requeriments definits.
- **Control i verificació en procés** - Per eliminar els malbarataments de la mala qualitat.
- **Comentaris / Respostes** - Per garantir que la informació arribi als que la necessiten.
- **Sistema de Gestió de la Qualitat** - Per definir i regular l'operació prevista del sistema de qualitat per aconseguir els certificats esperats.

Termini de lliurament curt

- **Flux del procés simple** - Dissenyar i implementar processos que mantenen el FIFO, permeten la traçabilitat, són visuals, redueixen el temps de resposta, i detecten fàcilment problemes mentre ajudin l'optimització de costos i la reducció d'inventari i treball en procés.
- **Sistemes Pull** - Per eliminar els malbarataments mitjançant l'entrega de material o informació només quan el client ho requereix.
- **Contenidors petits** - Per permetre el moviment de material a través de la cadena de subministrament d'una manera que comprengui el cost total de moviment, a través del disseny i la selecció dels contenidors apropiats.
- **Anivellat de la programació i creació de seqüència fixa** - Per eliminar els malbarataments de la sobreproducció, sobre-processat, inventari, i espera del flux de material a través del nostre procés.
- **Control del Transport extern** -Per proporcionar un mètode predictible per al moviment de material freqüent que maximitzi la utilització dels recursos.
- **Enviament i recepció Programada** - Per anivellar i estandarditzar les activitats de enviament i recepció.
- **Magatzem de Material Temporal** - Organitzar i controlar l'inventari per satisfer les necessitats de fabricació i de flux de materials.
- **Gestió de la Cadena de Subministrament** - Per lliurar les necessitats del client i garantir la millora contínua amb el cost total més baix.

Millora contínua

- **Desplegament del Pla de Negoci** - Per alinear i integrar a tots els empleats a treballar junts, a prendre acions, i desenvolupar una cultura de millora contínua.
- **Solució de Problemes** - Identificar la causa arrel i implementar contramesures que previnguin la recurrència i contribueixin a la millora contínua.
- **Disseny *lean*** - Proporcionar equips i instal·lacions que suportin les pràctiques operatives del GMS i eliminin els malbarataments en instal·lacions Criteris de disseny per facilitar el GMS. Els elements inclouen:
    - Gestió del sistema
    - Fabricar en qualitat
    - flux de material òptim
    - operacions Eficients
    - Flexibilitat
    - Seguretat, ergonomia i confort social
    - Maximització rendiment
    - Facilitat de manteniment
- **Andon** – donar la facultat a les operacions per prevenir l'ocurrència o aprovació de defectes al següent procés i demanar ajuda quan hi ha retard o hi hagi problemes.
- **TPM. Manteniment Productiu Total**: per reduir els costos, millorar el rendiment de la planta, la qualitat i la seguretat a través del sentiment de propietat, la rendició de comptes, i el desenvolupament dels empleats multifuncionals.
- **Procés de Millora Contínua** - Per seguir sent flexible i rendible de cara a les condicions canviants del negoci

La Estandardització

La estandardització és la clau, dins el GMS, per crear un procés repetible, que al seu torn condueix a nivells repetibles de qualitat i rendiment. Sense un procés estandarditzat, la entrega de qualsevol sistema pot variar. La estandardització d'un procés assegura que tots els involucrats sàpiguen què fer i quan. Els problemes de qualitat i de rendiment poden ser identificats i atacats ràpidament (qualitat, volum, etc.)

El Takt time (TT)

Significa la velocitat a la que la línia ha de funcionar per produir un component o vehicle. Està basada en el temps de treball disponible (menys descansos, reunions d'equip, etc.). i les necessitats de client. Assumeix 100% de disponibilitat dels equips i processos, i no es té en compte les avaries, interrupcions o problemes de producció. És només el nombre teòric que mostra la velocitat mínima absoluta que necessitaria el procés per executar-se per produir la demanda requerida, suposant que no hi ha fluctuació en el procés.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Total Shift (or Daily) Working Time (No Overtime)}}{\text{Total Shift (or Daily) Production Requirement}}$$

Actual Takt Time (ATT)

Aquesta és la velocitat de la línia o equip, a la que realment funciona per produir un component o vehicle. Sempre és més ràpid que el takt time, però ha d'estar a prop. Té en compte les avaries i altres problemes de producció.

TT i ATT es relacionen amb el Operation Rate. Operation Rate és una mesura de com de prop la cadència real és a prop del tkt. La diferència serien tots els malbaratements.

En el Temps de cicle (CT), el GMS, hi suma el valor afegit (treball), més no el valor afegit (caminar, etc.). Aquests s'apliquen en estacions de treball, que s'hi descriuen de tres tipus: Linea mòbil, Cèl·lula estàtica, i Cèl·lula robotitzada. El GMS estableix que s'ha de reduir al mínim el nombre d'estacions.

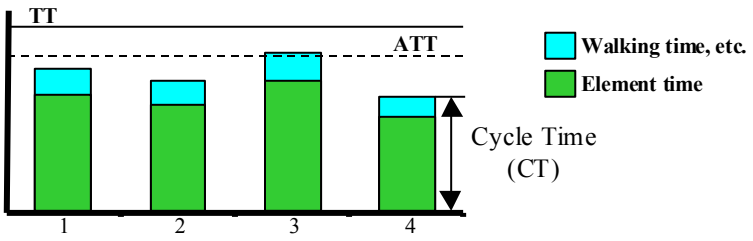


Figura 49. Elements del treball estandarditzat.

El Treball Estandarditzat

El GMS fa un ús molt extensiu del treball estandarditzat, que defineix com el treball documentat, actual millor mètode per realitzar un treball que compleixi amb el nivell necessari de qualitat de manera segura i eficient.

A més el treball estandarditzat:

- és utilitzat quan hi ha un procés definible, repetible
- és una línia base per a la millora contínua
- crea la documentació dels tres elements importants, per a la millora contínua:
    - Temps (TT, ATT, temps de cicle, etc.)
    - Seqüència de treball
    - Materials (Stock estàndard en procés)

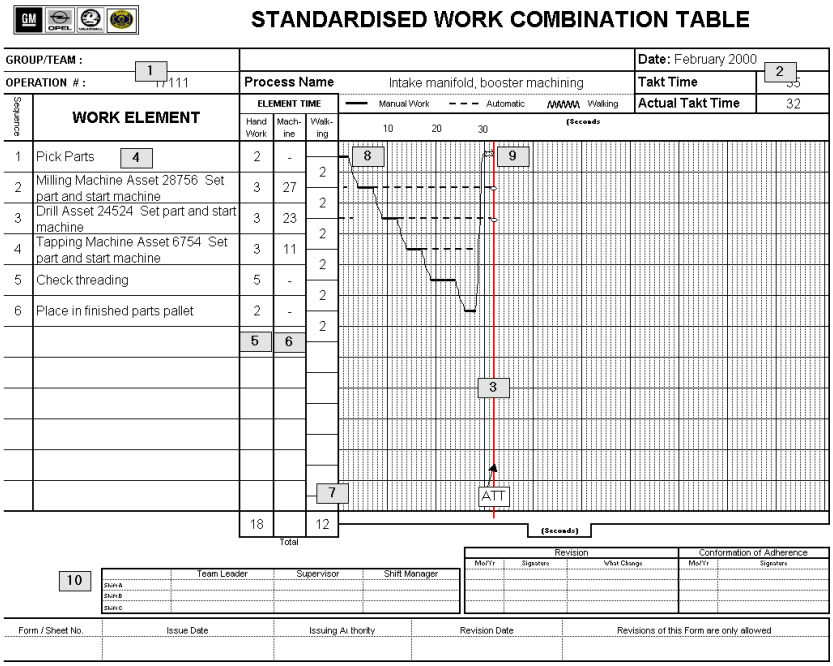


Figura 50. Taula de combinació de treballs estandarditzats del GMS

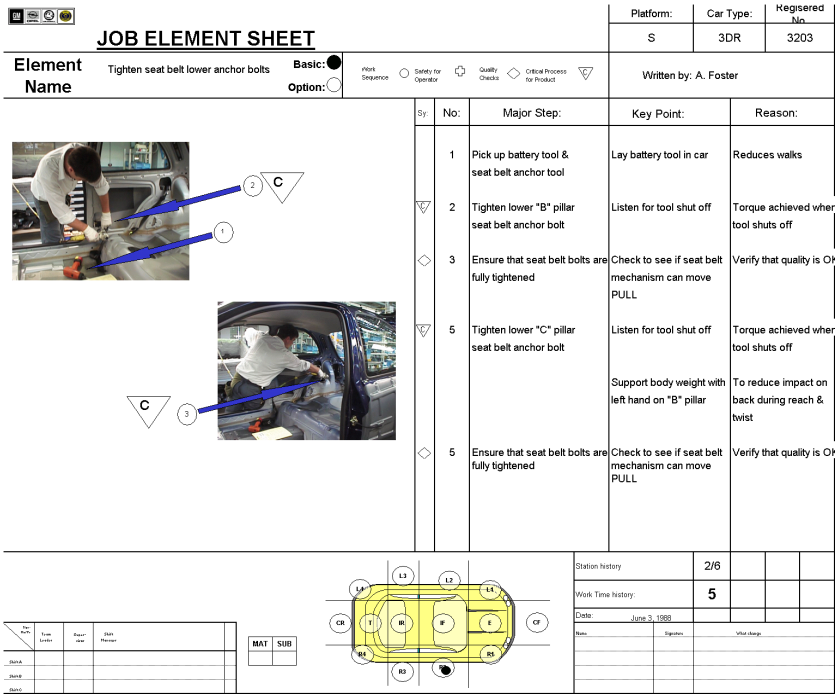
La Captura de la Condició actual amb la SOS (Fulla de treball estandarditzat)

La clau de tot el treball estandarditzat és el temps. Si som capaços de manejar el temps, podem gestionar el nostre negoci. Aquesta és la clau per reduir el nostre temps total de resposta des del moment en què el client realitza la comanda fins que rep el producte.

La captura i avaluació de les fluctuacions de temps de cicle ens ajuda a identificar anomalies en una seqüència de treball.

Les Fulles dels Elements de Treball (JI-Job Instructions)

Les JI documenten un element del treball estandarditzat amb un esbós gràfic i una descripció de les tasques que el descomponen amb els punts clau i les raons de perquè és així.


JOB ELEMENT SHEET

Platform:	Car Type:	Registered No.
S	3DR	3203

Element Name: Tighten seat belt lower anchor bolts — Basic: ● Option: ○

Work Sequence ○ Safety for Operator ✚ Quality Checks ◇ Critical Process for Product ▽ — Written by: A. Foster

Sy:	No:	Major Step:	Key Point:	Reason:
	1	Pick up battery tool & seat belt anchor tool	Lay battery tool in car	Reduces walks
▽	2	Tighten lower "B" pillar seat belt anchor bolt	Listen for tool shut off	Torque achieved when tool shuts off
◇	3	Ensure that seat belt bolts are fully tightened	Check to see if seat belt mechanism can move PULL	Verify that quality is OK
▽	5	Tighten lower "C" pillar seat belt anchor bolt	Listen for tool shut off	Torque achieved when tool shuts off
			Support body weight with left hand on "B" pillar	To reduce impact on back during reach & twist
◇	5	Ensure that seat belt bolts are fully tightened	Check to see if seat belt mechanism can move PULL	Verify that quality is OK

Station history: 2/6 — Work Time history: 5 — Date: June 3, 1988

MAT | SUB

Figura 51. Fulla d'elements de treball (JI) del GMS

La estandardització, en el GMS, també es refereix al material definint el estoc en procés i els inventaris, tendint cap al flux P-a-P. El estoc en procés defineix la quantitat normal de peces disponibles dins d'un procés i entre processos, amb la finalitat que el flux continu es pugui aconseguir. El estoc en els inventaris quedarà definit per la planificació.

En el sistema de producció de GM, la estandardització en el material també es refereix a les fulles de treball estàndard (SOS) per al lliurament de materials.

El mètode construït en Qualitat (similar a Jidoka)

GMS defineix el concepte de construït en Qualitat com el mètode pel qual la qualitat està integrada en el procés de fabricació de manera que els defectes es prevenen, detecten en el propi lloc de treball, i si és necessari s'implementen contramesures per prevenir la recurrència en el propi procés. D'una manera molt propera a com la literatura ho descriu.

Això garanteix que els defectes no es transmeten al client.

El Treball estandarditzat i el Full d'elements de Qualitat

Per al GMS, de la mateixa forma en què el treball estandarditzat és descrit per les operacions de producció en tasques de línia, també necessita ser descrit per a cada procés d'inspecció de qualitat. La diferència d'un procés de muntatge a un procés d'inspecció de qualitat és el contingut de la feina amb un coneixement més ampli de tot el procés de muntatge (saber codis, parts, processos, operacions, normes) com es descriu a continuació.

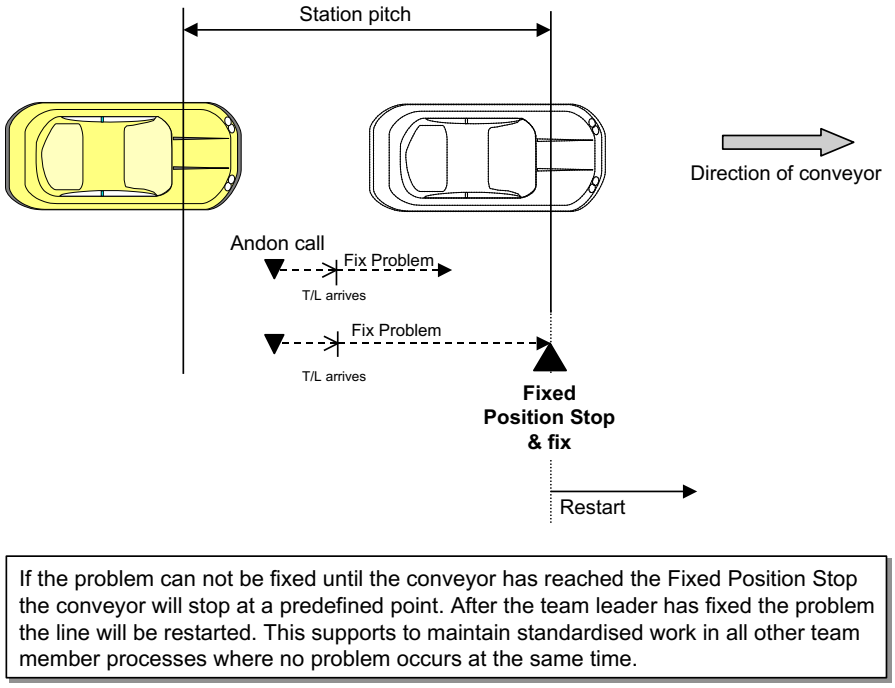
El sistema Andon

El GMS el descriu com un sistema de comunicació d'estat de la línia visual o auditiu que mostra informació actual sobre la línia o sobre les condicions de la màquina (és a dir, les avaries, de tot el sistema, el problema de la qualitat).

El sistema Andon també permet que els membres de l'equip demanin assistència al cap d'equip o a manteniment quan es produeix un problema.

El mètode del Cordó vermell. *Red cord.*

Això cobreix tant un concepte de fabricació com un dispositiu físic. Si un membre de l'equip tiba del cordó, això comença donant una senyal al líder de l'equip, però la línia no s'aturarà fins que s'arriba a un límit predeterminat, si no s'ha resolt abans el problema.



Gràfic 8. Red cord a GM

El PokaYoke: correcció d'error

Poka Yoke és un dispositiu o mètode, a prova d'errors o que detecta immediatament una errada en una operació.

Les Quality Gates

Una porta de la qualitat és un mètode per visualitzar el nivell de qualitat actual. Es pot situar en qualsevol lloc dins el procés en el qual els controls específics de qualitat es duen a terme.

El Procés d'inspecció estandarditzada (SIP)

Si no es manté o augmenta el nivell de qualitat, llavors cal implementar estacions d'inspecció fixes i estandaritzades en el procés.

Els Procediments de Qualitat

Hi formen part tots els processos de qualitat descrits, i que a més conformen el procediment de gestió GM Qualitat Total.
El Sistema de Fabricació Global també usa un procés d'avaluació externa per monitoritzar l'estabilitat i el progrés del GMS a cada planta de producció.

La Metodologia PPS (Pràctica de Solució de Problemes)

Eines que el GMS proposa per abordar eficaçment les petites situacions problemàtiques diàries. A través d'identificar efectivament la causa arrel d'un problema, implementar contramesures, i prevenir la recurrència.

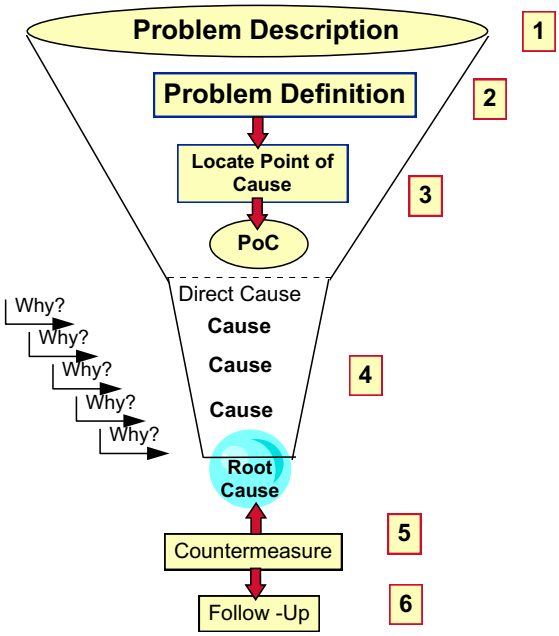


Figura 52. Embut amb el que el GMS caracteritza el PPS

Les pases del PPS, són equivalents al A3 report de la literatura:

1. Descripció del problema i definició Problema.
2. Problemes i causes directes.
3. Solucions de contingència
4. anàlisi de la causa arrel: espina de peix i 5-què.
5. Contramesures a curt i llarg termini
6. Seguiment i avaluació

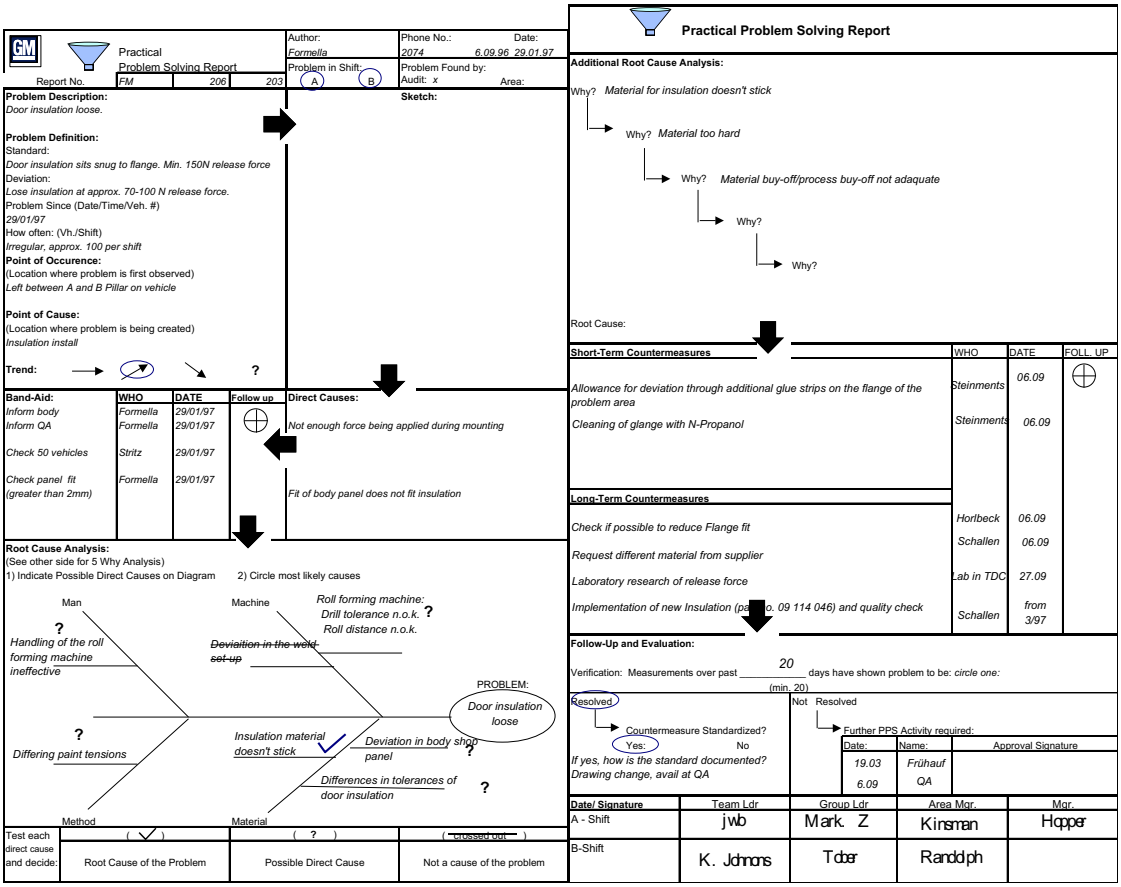


Figura 53. Eina de PPS omplerta amb un problema

La Resposta ràpida d'entregues i comandes

El temps de resposta (leadtime) és el temps requerit per produir un producte des de que s'envia l'ordre d'entrega. Aquest temps inclou el temps de processament, el temps de viatge i el temps d'espera.

El concepte de Flux Senzill

Flux simple es refereix al flux d'informació, materials i fins i tot els processos de treball a la planta. En general, es desitja un camí directe i ràpid.

El Lot petit

L'ideal seria que els articles han de seguir uns als altres en la línia de producció en la seqüència en què se'ls va ordenar. Aquesta és la manera més ràpida per convertir la matèria primera en productes acabats

El Sistema pull

En el sistema de producció de GM, el sistema pull reacciona a la demanda real, produint el que el client demana.

El Canvi ràpid (SMED)

Aquest és un element base del sistema pull. El GMS descriu un mètode pel qual les eines es poden establir en un procés de fabricació en el menor temps possible. D'aquesta manera es maximitza la utilització de la màquina i la capacitat.

L'ús de First In First Out (FIFO)

Descrit com un procés de control de gestió visual que s'assegura que la primera peça de material o part produït o lliurat és el primer a sortir de la zona quan es requereixi. És el pas clau per a la implementació del sistema pull.

No implementar FIFO i l'ús d'un sistema PUSH resulta en mala qualitat, o amagar els problemes.

El Kanban

La definició de Kanban és un senyal enviat per complir una necessitat generada per una demanda. És el senyal que ajuda a que el sistema pull funcioni.

Hi ha dos tipus bàsics de Kanban: la senyal de producció Kanban dins d'un procés, i la senyal de retirada Kanban per la comunicació entre processos.

La Roda patró (Heijunka)

Eina d'anivellat i seqüenciació, per donar suport als sistemes pull més complexos, on els processos de curta durada i el termini de lliurament llarg (tractament tèrmic en tallers de transmissió, els processos de pintura) s'uneixen.

La Gestió de Materials de *lean*

La definició d'un concepte material de *lean* és tenir un sistema completament transparent, que incorpori la simplicitat dels mètodes amb un alt grau de disciplina, per proporcionar material quan és necessari pel client i només en la quantitat que es requereix pel client.

El Milk Run

El GMS proposa aquest mètode de recollida i lliurament de material quan hi ha diversos proveïdors, bastant a prop, que proveeixen de càrregues parcials de camió, de manera freqüent. En aquest cas un camió recull les càrregues parcials una per una, i finalment torna amb una càrrega completa a planta.

Els Mètodes d'entrega i repartiment en el procés productiu

El sistema de producció de GM té tres mètodes de lliurament diferents de com el material pot ser subministrat a producció. Evidentment tots aquests mètodes de lliurament es basen en l'ús d'un sistema pull. Aquests són:

- Lliurament Dolly (per conjunts de peces)
- Material Andon (peces a demanda)
- SILS (Subministrament en seqüència)

Una eina important per magra a l'empresa és l'ús de Value Stream Mapping, els mapes de flux de valor que mostren com s'afegeix valor al producte.

La Millora Contínua (CIP-Continuous Improvement Process)

El "Procés de Millora Contínua" és una sèrie de passos lògics definits, que poden ser utilitzats per assolir els objectius de Pla de Negocis. El CIP és una filosofia organitzacional: tothom dins de l'organització ha de centrar-se en fer el seu procés de treball més efectiu.

Els passos lògics per a totes les activitats de la CIP són: -

1. Agafar la Situació Actual.
2. Imaginar la situació ideal.
3. Comparar la actual amb la perfecció "Veure el Gap".
4. Definir una estratègia per reduir el GAP, i generar idees.
5. Posar en pràctica les idees ràpidament.
6. Seguiment - Confirmar una millora real.

Hi ha tres categories principals que se centren en les activitats de la CIP:

- Volum
- Qualitat
- Cost

La Cultura CIP de Millora Diària

El GMS descriu la millora contínua diària com un procés en curs - que no té fi, ja que sempre es pot millorar. Fins i tot quan un procés és estable, i s'han complert els requisits del pla de negocis, s'ha de cercar noves formes de millorar.

Els Tallers pràctics CIP

El taller CIP és la manera pràctica en que un equip amb el coneixement i els recursos per fer front a la zona del problema, realitza el PPS específic de forma ràpida i eficaç.

El CIP d'un punt

Un cop fetes les millores, si aquestes són sencilles i extensibles a altres llocs, el GMS proposa capturarles en un formulari CIP d'un punt

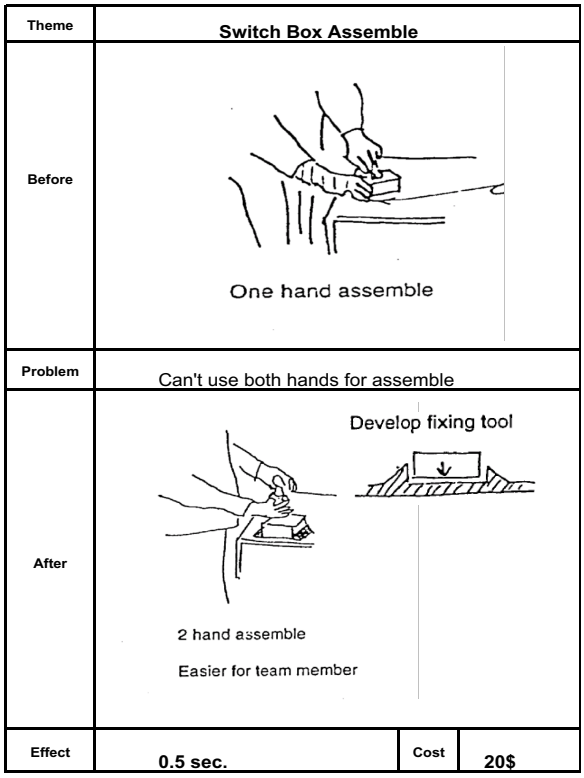


Figura 54. Esquema d'un CIP

Les Persones i la Participació

La definició de participació, segons el GMS, tracta de desenvolupar sistemes, procediments, pràctiques i programes que involucrin a tots els empleats com a participants actius en activitats de millora contínua.

El cap d'equip (Teamleader)

Per a aquest propòsit es crea la figura del Cap d'Equip. Aquest és la "columna vertebral" del concepte d'equip. La responsabilitat clau per a un Cap d'Equip és donar suport a membres del seu equip, que inclou:

- Proporcionar un entorn de treball segur
- Liderar tots els treballs en l'equip
- No deixar que els defectes passin al següent procés
- Llibertat per respondre als Andon
- Buscar malbarataments i eliminar-los
- Donar suport a la resta de membres de l'equip en la resolució de problemes.

- Capacitar i desenvolupar als membres de l'equip
- Cobertura en els absentismes / vacances
- Promoure l'esperit d'equip

El Management

Dins d'un sistema *lean* Manufacturing, el paper de la direcció és liderar. Han de donar suport als caps d'equip i els membres de l'equip, però això han de proporcionar la direcció i la iniciativa.

El Reconeixement

Per mantenir els bons resultats, el GMS hi dedica un apartat per assegurar que els individus i els equips són reconeguts pels èxits que fan.

Els Malbarataments

El sistema de producció de GM descriu dos tipus principals d'activitat. La primera activitat la descriu com a treball de Valor Afegit. Amb això es refereix als canvis realitzats sobre el producte que afegeix valor al producte, i per als quals el client està disposat a pagar (és a dir, el muntatge de les peces, l'aplicació de pintura, etc.). La segona activitat és l'anomenada treball de No Valor Afegit.

Aquestes activitats "sense valor" es refereixen simplement com a malbaratament o Muda. Els malbarataments són qualsevol dels passos que cal per fer per dur a terme fins a poder fer el treball i inclou coses com ara la reordenació dels materials, treballar més endavant del que és necessari, etc.

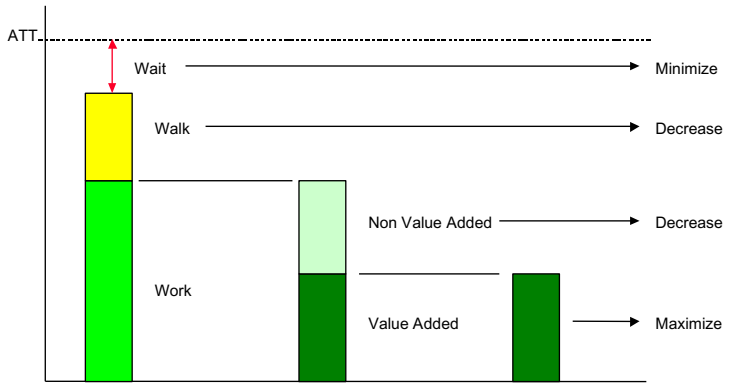
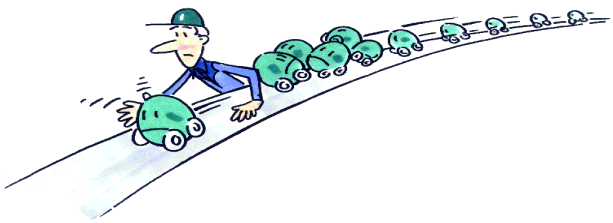


Figura 55. Representació del VA, el NVA i les accions sobre cada una.

Sobreproducció

Descrit com produir abans del necessari i/o en majors volums que els necessaris. Aquest malbaratament en pot amagar un d'espera i de moviment, i també condueix al malbaratament en el processament i transport.

Entre els diferents tipus de residus, els residus d'excés de producció és la més greu.
Idealment, hem d'esforçar per aconseguir "un flux de peça".



Il·lustració 1 amb que s'il·lustra el malbaratament de sobreproducció

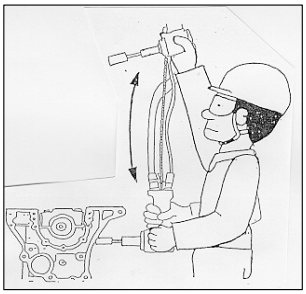
Processament

Els treballs efectivament realitzats que no afegeixen valor al producte, o fan avançar en el procés de producció, o contribueixen a la precisió o qualitat de les unitats processades són els malbarataments de processament. Aquest malbaratament succeeix quan un membre de l'equip posa més esforç del que requereix l'estàndard

Il·lustració 2 amb que s'ilustra el malbaratament de processament

Moviment

Qualsevol moviment humà en la producció que no afegeix valor al producte se l'anomena pèrdua de moviment, com podrien ser els passos addicionals que un membre de l'equip ha de fer quan un lloc de treball està mal distribuït.



Il·lustració 3 amb que s'ilustra el malbaratament de moviment de persona

Correcció

Quan un treball no es fa correctament, cal gastar temps i diners extra per reparar els defectes de fabricació. El cost addicional de mà d'obra i els materials es coneix com a malbaratament de Correcció. Totes les activitats de reparació i rectificació poden ser vistos com a oportunitats per reduir els malbarataments.

Transport

Transportar en si és bàsicament un malbaratament, ja que no afegeix valor al producte: com més transport per unitat, més costos dels productes finals.

Il·lustració 4 amb que s'ilustra el malbaratament de transport

Inventari

Tot l'inventari (matèria prima, en procés de treball i productes acabats) que es deriva del procés de producció i de transport conforma l'anomenat inventari. L'inventari és el resultat del nostre sistema actual.

Els principis de Muda-Mura-Muri

Al concepte de MUDA (malbaratament), el sistema de producció de GM, hi acompanya els concepte de MURA i MURI:

- Sobreproducció (Muri)

Això vol dir que algú o alguna cosa ha treballat més del necessari, o més del que es pot fer front.

- Variació (Mura)

Això es refereix a les irregularitats que es produeixen en el transcurs del programa de producció.

El PDCA. Plan Do Check Act

GMS utilitza el PDCA per a la solució, anàlisi i per a l'aprenentatge al llarg de les eines i tècniques descrites.

h. Descripció del model de Toyota (TPS i Total-TPS)

El **Toyota Production System (TPS)** és el sistema de producció de Toyota.

i. Introducció

Toyota Motor és un fabricant japonès d'automòbils amb seu a Toyota, Aichi, Japó. És la societat més gran del Japó (per capitalització borsària i per ingressos). És la primera empresa que va trencar la barrera dels 10 milions de cotxes produïts en un any (2012),

Fundada per Kiichiro Toyoda el 1937 com un spin-off de la companyia del seu pare Toyota Industries per crear automòbils. Tres anys abans, el 1934, quan encara era un departament de Toyota Industries, ja va crear el seu primer vehicle, el *type A* i, el 1936, el seu primer cotxe de passatgers, el *Toyota AA*.

Després de la crisi que va suposar la II Guerra Mundial, i la postguerra, va arribar a declarar-se en bancarrota, y pràcticament refundar-se. La guerra de Corea i l'anomenat miracle japonès, juntament amb l'aplicació del TPS, van catapultar la companyia de manera imparable fins a arribar, al capdamunt del podi del sector, en vendes globals.

La dècada dels vuitanta marca un punt d'inflexió a la companyia. Quan Toyota desembarca, en termes de producció, als EUA. Primer de la ma de GM, amb la joint-venture NUMMI, i posteriorment amb les seves plantes noves. Demostrant, un cop més, la vàlua del seu TPS.

Un altre punt d'inflexió, en aquest cas negatiu, va ser l'afer del recall massiu del 2009 després d'informes que diversos vehicles van patir acceleració involuntària. Toyota va retirar més de 9 milions d'autos i camions a tot el món, i breument va detenir la producció i les vendes. Aquest fet, juntament amb la crisi econòmica global d'aquell període, va provocar que Toyota arribés a demanar un préstec al govern japonès.

La companyia també és pionera en impulsar comercialment i produir en massa els primers vehicles elèctrics híbrids (Toyota Prius, 1997), i els primers vehicles de pila de combustible d'hidrogen (Toyota Mirai, 2015).

Toyota Motor Corporation produeix vehicles amb la marca **Toyota, Hino, Lexus, Ranz i Scion**. També té una participació a Daihatsu, Fuji Heavy Industries, i testimonials a Isuzu i Tesla, així com aliances d'empreses amb GAC Toyota (Xina), Sichuan FAW Toyota Motor (Xina), Toyota Kirloskar (India), i TPCA (Txèquia amb PSA).

ii. Definició

La definició de la pròpia Toyota és "Un sistema de producció que està impregnat de la filosofia de 'l'eliminació completa de tots els malbarataments', amarant tots els aspectes de la producció en la cerca dels mètodes més eficients."

El Sistema de Producció Toyota faculta els membres de l'equip per optimitzar la qualitat, mitjançant la millora constant dels processos i l'eliminació de malbarataments innecessaris en recursos naturals, humans i corporatius. El TPS influencia tots els aspectes de l'organització de Toyota, i inclou un conjunt comú de valors, coneixements i procediments. Pretén encomanar-se als empleats, amb responsabilitats en cada pas de la producció, i anima a tots els membres de l'equip a lluitar per la millora general.

La pròpia Toyota reconeix en el TPS, el Sistema de producció de vehicles de Toyota Motor Corporation, una manera de "fer coses" que es refereix a vegades com un 'sistema de producció *lean*' o '*Just-in-Time (JIT)*', i que ha arribat a ser ben conegut i estudiat a tot el món .

Aquest sistema de control de la producció s'ha establert sobre la base de molts anys de millora contínua, amb l'objectiu de 'fer els vehicles sol · licitats pels clients de la manera més ràpida i eficient, per tal de lliurar els vehicles el més ràpid possible.'

El TPS, va ser excedit, el 2001, per l'anomenat *The Toyota Way*, la manera de Toyota de fer, pensar i actuar. El Sistema de Producció de Toyota és una expressió del *Toyota Way*.

El Toyota Way són els cinc valors fonamentals que són compartits i practicats pels empleats de Toyota, en tots els nivells en el seu treball i en les relacions amb els altres, cada dia. Toyota, d'aquesta és capaç d'oferir la satisfacció del client de manera sostenible.

Recentment, Toshio Horikiri (2015), CEO de Toyota Engineering Corporation confirmava la evolució que va suposar el Toyota Way, aplicat sobre el propi TPS, arribant al que Toyota anomena Total-TPS.

iii. Història

De fet la història del TPS, ja ha estat abastament descrita al estat de l'art d'aquest mateix treball. Així que en aquest apartat, ens limitarem a descriure fets puntuals.

Sakichi Toyoda va fundar el Spinning Toyoda i Weaving Company en 1918, i va desenvolupar el primer teler a vapor que podia detectar un fil trencat i parar-se automàticament. Aquesta innovació va portar al principi més ampli de Jidoka o automatització amb un toc humà, que més tard es convertiria en un dels dos pilars
de TPS.

Alguns anys més tard, al 1937, el fill de Sakichi Kiichiro va fundar la Toyota Motor Corporation. Va visitar les plantes de producció en massa de Ford a Michigan per estudiar l'ús de les línies de muntatge, i d'allà va prendre el concepte de flux i estandardització. Del seu pare va prendre el concepte de Jidoka, i va desenvolupar la seva pròpia filosofia complementària JIT que es convertiria en l'altre pilar de TPS.

Després de la Segona Guerra Mundial, la necessitat de reduir el cash flow en la fabricació de vehicles va ser més gran que mai. Eiji, cosí de Kiichiro, s'encarrega juntament amb un dels joves enginyers de Toyota, Taiichi Ohno, la tasca d'augmentar la productivitat.

La gesta d'Ohno va ser casar el concepte de just a temps amb el principi de Jidoka. En 1953, Ohno també va visitar els EUA per estudiar els mètodes de producció de Ford, però li van inspirar molt més altres aspectes, com els supermercats nord-americans. Es va adonar que els clients prenien dels prestatges només el que necessitaven en aquell moment, i com es reposaven ràpidament i amb precisió. Ohno va tenir la idea que un supermercat era essencialment un magatzem ben gestionat, amb "entrades" que segueixen molt de prop les "sortides", i sense espai per a l'emmagatzematge a llarg termini. De tornada al Japó, Ohno desenvolupa la mateixa idea en el concepte de Kanban. Ohno també va aprendre del Dr. W. Edwards Deming, pioner nord-americà en control de qualitat.

L'objectiu del mètode de Deming va ser millorar la qualitat en totes les etapes d'un negoci, des del disseny, passant per la fabricació, i el servei post-venda. Deming va ensenyar que cada etapa d'un procés de fabricació ha de ser pensat com a client de l'etapa anterior, que encaixava molt bé amb la filosofia de Kiichiro del just a temps, i el principi de kaizen. Avui en dia, Toyota, considera Ohno el veritable artífex de TPS, per haver desenvolupat un mètode pràctic i, sobretot, després d'haver aplicat la feina al taller.

El Sistema de Producció tal i com és avui en dia, Toyota no el suposa estàtic, sinó fruit del que s'ha desenvolupat al llarg de diverses dècades. No obstant això, els beneficis que es poden derivar de les tècniques i els processos de gestió que es troben en el seu cor, Toyota considera, que es pot aplicar a altres tipus de negocis, i que això succeirà a mesura que s'avanci més en el segle XXI.

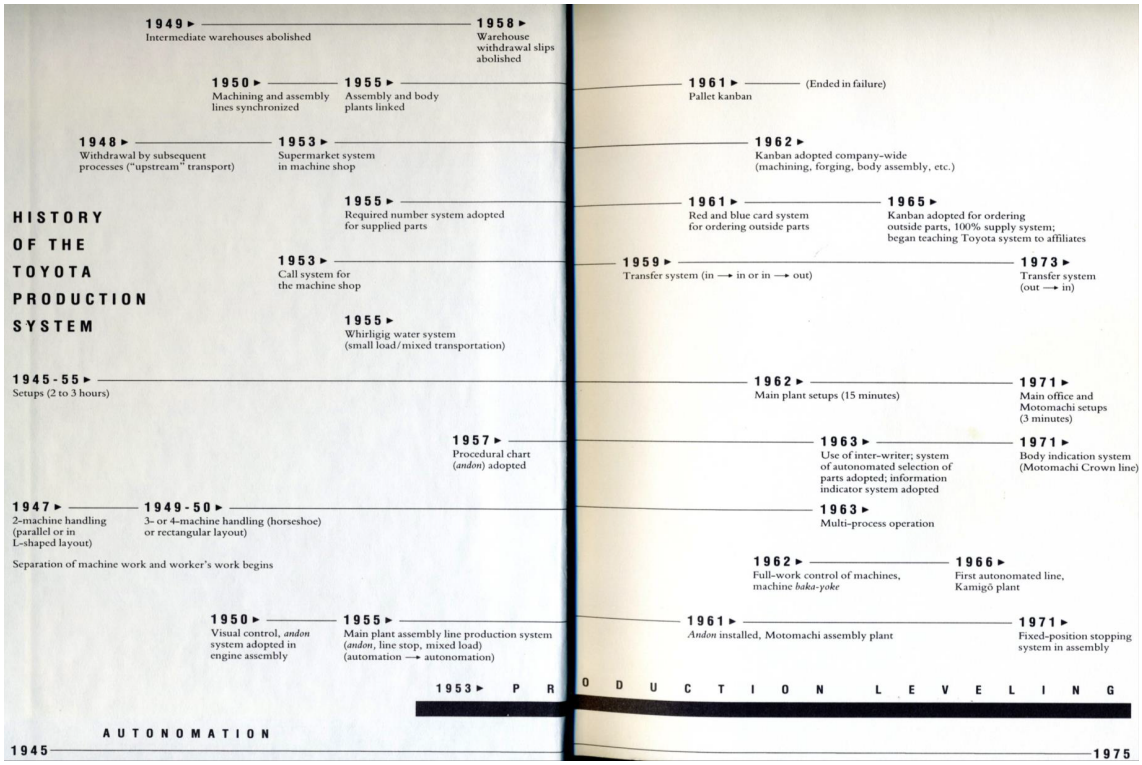


Figura 56. Evolució del TPS 1945-1975. Ohno (1978)

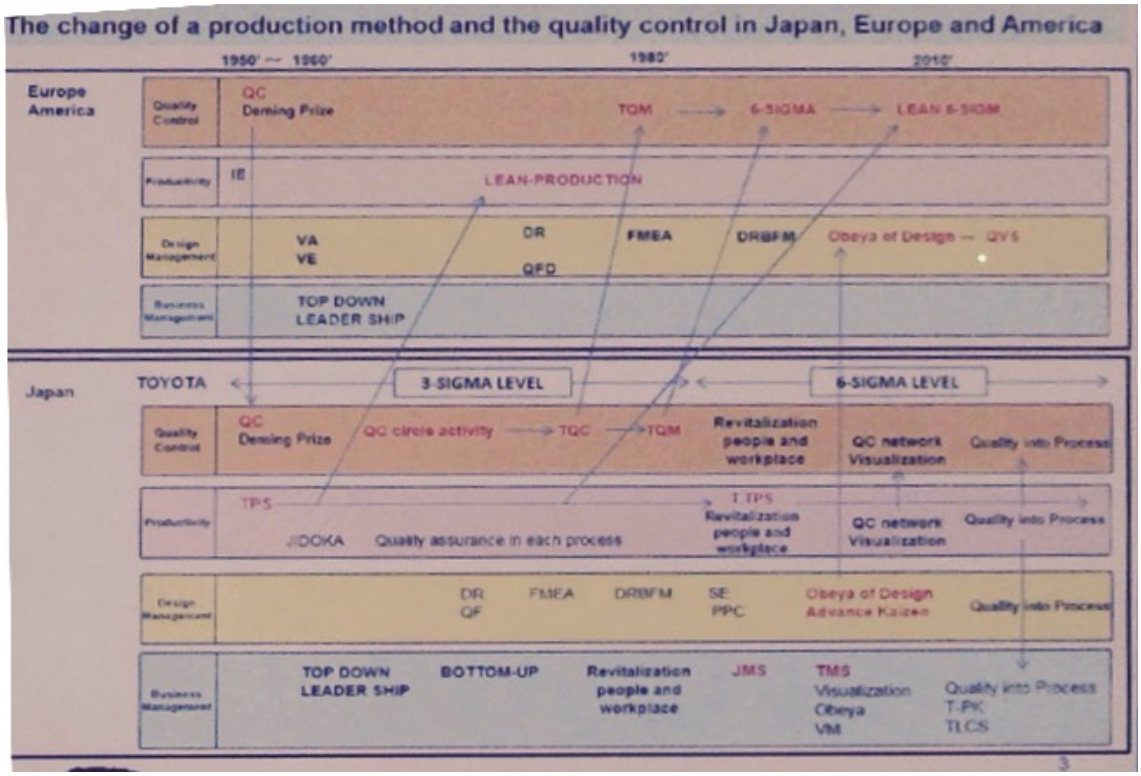


Figura 57. Evolució del TPS fins el 2015. Font: Toyota-TEC

La pròpia Toyota ha implementat el TPS a tota la companyia, donant beneficis tangibles en la qualitat i fiabilitat dels productes i serveis de Toyota.

Toyota, és conscient que el Sistema de Producció Toyota s'ha establert com un estàndard, amb una reputació mundial com una filosofia de negocis que ofereix beneficis mesurables en termes d'eficiència i qualitat en la fabricació. També és conscient que molts fabricants han adoptat els principis del TPS, i que acadèmics i consultors de tot el món han desenvolupat estratègies i programes de millora basats en el TPS.

iv. Objectius

TPS és una part essencial del que fa Toyota diferent, i segons Toyota això li suposa:

- Qualitat, benefici resultant de l'esforç constant per a la millora continua.
- Reducció al mínim dels costos gràcies a un bon retorn de la inversió basada en la productivitat i la fiabilitat.
- El lliurament a temps, i amb la qualitat esperada, la qual cosa permet als clients planificar i mantenir les seves operacions amb èxit.
- Seguretat tant per als empleats, com els clients i els equips. Processos i productes tenen la seguretat integrada, estenent els beneficis a la productivitat i el cost

Altres objectius, que Toyota també pretén assolir amb el concurs del TPS:

- Millora de la protecció al medi ambient, des de la fabricació fins al reciclatge al final de la seva vida útil.
- Utilitzar el millor sistema conegut – beneficiant tots els productes de Toyota - i tots els seus clients.

v. Representació

En aquest cas, evidentment, la representació és la casa Toyota, o en alguns casos anomenada temple Toyota. En aquest cas la base és la estandardització, la estabilitat i la millora continua, els dos pilars que assoleixen els objectius són el JIT i el Jidoka, i els objectius són el SQDCM, és a dir Seguretat, Qualitat, Entrega, Cost i Management (entre d'altres de l'entorn).

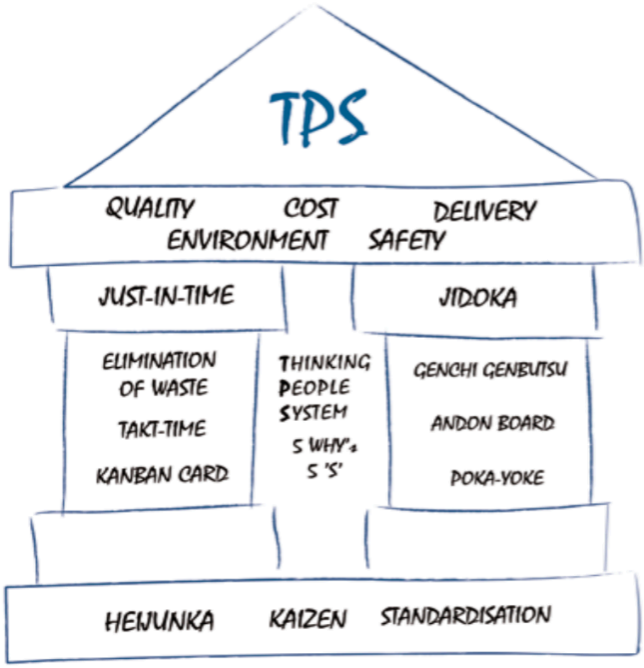


Figura 58. Casa Toyota, dibuixada per Toyota Motor

vi. Principis

El Sistema de Producció Toyota (TPS) es va establir amb base a dos conceptes:

- El primer es diu '*Jidoka*' (que pot ser traduït lliurement com 'autonomatització o automatització amb un toc humà'), el que significa que quan es produeix un problema, l'equip s'atura immediatament, evitant els productes defectuosos de ser produïts, i
- el segon és el concepte de '*Just-in-Time*', en què cada procés produeix només el que es necessita pel següent procés en un flux continu.

Sobre la base de les filosofies bàsiques de Jidoka i Just-in-Time, el TPS permet de manera eficient i ràpida la producció de vehicles de qualitat, individualment, de manera que satisfacin plenament les necessitats del client." (Toyota Production System, 2011)

Per la seva banda el renovat Toyota Way es basa en cinc principis, englobats en dos grans grups:

a. La Millora contínua

- El REPTE
  1) Un desafiament llunyà sobre el que s'establiran objectius a curt termini. Per mantenir una visió a llarg termini i complir amb tots els objectius amb el coratge i la creativitat necessària per fer realitat aquesta visió.

- El KAIZEN
  2) Millora contínua, diària i a petits o grans increments. Com cap procés pot mai ser declarat perfecte, sempre hi ha marge de millora.

  3) Genchi Genbutsu. Això és el anar a la font dels fets per prendre decisions correctes, construir consensos i aconseguir metes.

b. El Respecte per les persones

- El RESPECTE
  4) Per a Toyota significa fer el possible per comprendre els altres, acceptar la responsabilitat i fer tot el possible per construir la confiança mútua.

- El TREBALL EN EQUIP
  5) Significa estimular el creixement personal i professional, compartir oportunitats per al desenvolupament i maximitza el rendiment individual i d'equip.

vii. Continguts

a. *Dins del Just-In-Time:*

Respecte al principi del Just-in-Time, les diferents eines i metodologies tracten de crear fluxos de treball suaus i optimitzats de manera contínua. El Sistema de Producció de Toyota tracta de complir amb la demanda dels clients ràpidament mitjançant la vinculació de tota l'activitat de la producció a la demanda del mercat real.

El JIT de producció es basa en processos detalladament sintonitzats en la seqüència, utilitzant només les quantitats d'articles requerits, i només quan es necessiten, encara que hi hagi diferents tipus de productes, on la demanda total variï, i la barreja diària de tipus de productes canviï contínuament.

El TPS respon a aquesta realitat mitjançant el desenvolupament d'un enfocament que pot afrontar el repte del client, de manera rendible.

- El Heijunka - Anivellament del flux

El terme heijunka descriu la base de l'enfocament de TPS per el JIT dels processos - aquells en què els costos d'inventari es minimitzen, per d'altra banda tenir les peces necessàries al seu punt d'ús només quan es necessiten.

La variabilitat en la càrrega de treball es coneix com mura. Amb l'Heijunka es tracta d'eliminar el mura anivellant els volums per permetre un flux suficient llis, continu i eficient. És l'oposat a la producció en sèrie, en què es produeixen grans volums d'un sol producte, sovint sense relació significativa amb la demanda.

Amb heijunka un procés està dissenyat per canviar de productes fàcilment, produint el que es necessita quan es necessita, i confiant en la producció

La pràctica de heijunka també elimina el muri: la sobrecàrrega o sobreesforç, que pot conduir a problemes de seguretat i qualitat. Tant mura i muri són considerats com a tipus de muda, o malbarataments, i han de ser eliminats.

- La Eliminació de malbarataments (Muda)

Malbaratament: definit com qualsevol cosa que no afegeix valor - inclou activitats que normalment no són considerades normalment com a malbaratament, com ara sobreproducció, inventari gran, la necessitat de retreball, i necessitat de moviment, processament o espera.

- El Takt time- el batec de producció

La planificació del temps és fonamental per al TPS. Takt és el ritme de demanda dels clients - en essència, es produirà el que està requerint el mercat. *Takt time* és el terme donat a un cicle de treball que satisfà la tasca requerida per la demanda de cada client. La clau és que el cicle de treball ha d'estar sincronitzat amb la demanda per evitar sub o sobreproducció. Takt time determina la velocitat de flux i permet el càlcul de la quantitat de treball que es pot aconseguir. L'optimització del temps de procés ajuda a reduir els malbarataments i la ineficiència, eliminant el risc de retards, o l'excés de producció.

Takt-time i heijunka significa tenir la capacitat de ser flexible a la demanda i garantir que el procés sigui suau, continu i mesurable.

- La Targeta Kanban

Per tal d'obtenir flexibilitat eficient, i fluxos de treball allisats, cal tenir les coses correctes en el lloc correcte en el moment adequat. Per al TPS significa tenir només els components adequats per construir el producte.
La targeta kanban és el dispositiu simple, i molt visual que el TPS utilitza per demanar la producció o entrega de components, quan es requereixen. Això significa que només es manté un mínim de components a la zona del client, sinó que abans que sigui necessària una reposició, una indicació de la targeta Kanban de l'operador client assenyala un lliurament just a temps. El procés es basa en un principi "pull" – on es produeix només quan se li demana, en oposició a un principi "push" on s'empeny, i es poden no tenir en compte les necessitats reals.

b. Dins del Jidoka - la construcció de la qualitat

El principi de Jidoka efectua controls de qualitat en cada pas del procés de producció. En assegurar-se que tots els processos són visibles, Jidoka ajuda a assegurar que les anomalies es fan visibles i poder-les reconduir immediatament.

Jidoka es tradueix com "autonomatització" i pot ser descrit com "automatització amb un toc humà". La qualitat és supervisada en tot aspecte, abans del lliurament dels béns en procés al següent punt de la línia de producció. Si un defecte o error és identificat es tracta immediatament - fins i tot si això significa temporalment aturar la producció.

- El Genchi Genbutsu – Anar a la font

Les millores es fan sovint com a resultat de descobrir problemes. Per tant, els problemes han de ser entesos adequadament a través del Genchi Genbutsu, que significa "anar a la font" del problema i avaluar per un mateix en lloc de confiar en la informació subministrada pels altres, per tal d'obtenir una comprensió completa i exacta.

- El sistema Andon

El andon és un senyal simple, però altament visible, que mostra l'estat de la producció. Es notifica immediatament si s'ha identificat una fallada, així com la seva ubicació precisa. D'aquesta manera els treballadors assumeixen la responsabilitat de la qualitat de producció, amb el poder d'aturar la línia de producció segons es requereixi.
La línia de producció no es reiniciarà fins que el motiu de la falla ha estat resolt.

- La Estandardització

Un altre element clau per a l'assegurament dels processos, i no només de la qualitat, és un enfocament en l'estandardització. Desenvolupar tasques de treball estandarditzats no només assegura, per a Toyota, alts nivells de qualitat, sinó que també contribueix a mantenir el ritme de producció, i proporciona un punt de referència per a l'aplicació de la millora contínua.

- Els Anti-error, Poka-Yoke i Etiquetat.

Conegut com Poka-Yoke, aquest principi és una forma senzilla però creativa i fiable per reduir els errors i mantenir la qualitat.
Per altra banda, tots els articles d'ús comú estan clarament identificats perquè puguin ser trobats i utilitzats per totes les persones amb la mateixa facilitat.

c. Kaizen - la millora és un procés continu

El procés de canvi, que per a moltes organitzacions forma part d'un repte, d'un projecte, per a Toyota és una forma de vida, gràcies una la filosofia fonamental de la millora contínua coneguda com Kaizen.

Kaizen significa que tots els membres de l'equip al llarg de l'organització estan contínuament buscant maneres de millorar les operacions, i la gent de tots els nivells de l'empresa donen suport a aquest procés de millora.
Kaizen també requereix claredat en els objectius del que es vol aconseguir i metes clares per a la millora. És en gran mesura una qüestió d'actitud positiva, amb el focus en el que s'ha de fer en lloc del que pot fer-se.

En el TPS, es convida als membres de l'equip a pensar en el procés i prendre decisions oportunes per tal que segueixi funcionant sense problemes, sense limitar-se a operar com màquines. Aquesta participació crea responsabilitat per l'èxit del procés, amb el propòsit d'augmentar tant la moral, com la qualitat. Això també és essencial per a l'èxit del kaizen.

Kaizen no es basa només en les millores desenvolupades i implementades per experts; sinó, amb tot el món, basant-se en els amplis coneixements, habilitats i experiència de les persones que treballen directament en el procés.

- Els 5 ¿per què?

El concepte de "5 per què?" s'empra per aconseguir un anàlisi i una avaluació. Cada necessitat de millora es analitzada al qüestionar "per què?" en cinc nivells per assegurar que la lògica i el valor de la millora és clara. Això redueix el risc de fer els canvis sense justificació suficient.

- Una cultura de millora contínua - "5S"

La cultura de la millora continua és recolzada per les "5S":
    - SEIRI - Separació
    - SEITON - Classificació
    - SEISO - Neteja
    - SEIKETSU - Estandardització
    - SHITSUKE - Sustain

- La Ergonomia i Automatització

El TPS sempre ha utilitzat l'automatització i millora de processos per protegir els treballadors, tant en termes de seguretat, com qualitat, com temps. La flexibilitat necessària dels membres de l'equip en el TPS ajuda a poder estar atents i millor enfocats a mesura que canvien les seves

tasques. En tots els casos, les estacions de treball estan dissenyades per a ser fàcils d'usar, el que fa la feina ràpid, còmode i eficient.

Aquests principis garanteixen que cada membre de l'equip està activament involucrat en mantenir els processos com suficient efectiu i possible.

El Sistema de Producció Toyota va més enllà dels principis que estan purament relacionats amb els processos de producció. També s'estén a tota l'organització - vendes i màrqueting, administració, desenvolupament de productes i la gestió. Cada empleat, independentment de la posició, rep el mateix tractament. Toyota tracta d'alimentar un sentiment d'orgull i l'ús del mètode científic al lloc de treball.

viii. Total TPS

Toyota confessa que ha continuat evolucionant el TPS, cap a un "nou" sistema de producció que anomenen Total-TPS, de manera anàloga com a la gestió de qualitat QC nord-americana, la varen actualitzar, i l'anomenaren Total Quality Management (TQM).

Toyota concep el Total TPS, com la continuació del TPS amb la humanització i la visualització.

Aquest Sistema de Producció conté i millora els dos pilars de JIT i Jidoka, reinterpreta el kaizen, i se'n afegeixen dos punts més:

- El pilar de JIT queda reanomenat com a Reducció del temps total de resposta (leadtime), i conté els diversos sistemes pull, l'anivellament de la producció i els conceptes de flux continu.
- El pilar de Jidoka, queda més explícitament reanomenat com a Qualitat en el procés, contemplant tant les eines d'assegurament de la qualitat com de procés en si mateixes.
- El kaizen de la base assegura, en el Total-TPS, la estandardització, la reducció del malbaratament, i la flexibilitat de les persones.
- Revitalitzar les persones i els seus llocs de treball, mitjançant l'ergonomia i el benestar social.
- Kaizen dels nous productes i industrialitzacions, amb l'ús extensiu de les Oobeya.

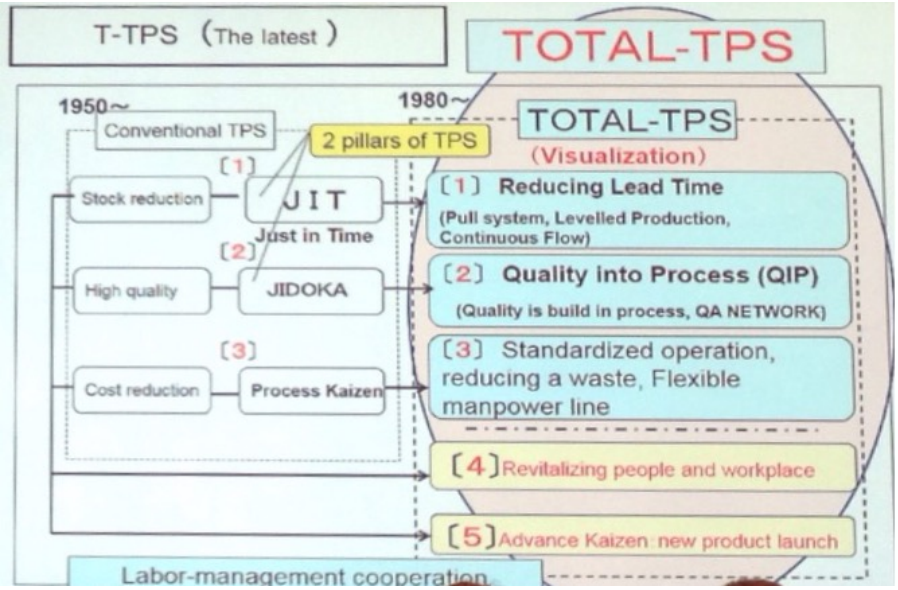


Figura 59. Evolució del TPS a Total-TPS. Font TEC (2015)

La humanització no sols incideix en aspectes ergonòmics, sinó també en la posició que ocupa una persona dins del sistema de producció. L'anterior TPS, va començar a superar el Taylorisme en el sentit de no només encarregar al treballador de l'estandardització de les tasques, sinó també formar part de la millora continua. En aquest Total-TPS s'aprofita al màxim aquesta sinèrgia, i se la inclou dins el concepte de Qualitat QIP. Ja que si una persona s'encarrega d'un procés (amb l'ajuda de les 4M's), pot encarregar-se millor que ningú de la qualitat (amb la M-Mesura i auto-detecció), amb el que visualitzarà millor que ningú els problemes i les seves causes i pot responsabilitzar-se de la millora continua. Aquest kaizen, el que acaba provocant és una millora dels seus propis processos. Tancant el cercle.

A aquest kaizen, Toyota l'anomena Advanced Kaizen, o millora durant el procés. Ja que aquesta millora feta pels propietaris del procés és feta en qualsevol moment, ja que les persones en són propietàries.

El total-TPS respon a la evolució dels objectius. Així nous objectius, nou sistema de producció.

Objectiu TPS	**Objectiu Total-TPS**	**Principis/Eines requerits**
Qualitat del producte	Qualitat dels kaizen	QIP Management per Oobeya
Benefici-Cost	Procés	Treball estandarditzat Habilitats estandarditzades
Rapidesa en el temps	Reducció del LT	Producció Syncro JIT entre processos Estoc baix Eliminació de processos

Figura 60. Objectius del Total-TPS, Font Toyota-TEC (2015)

Respecte a la visualització, el suport bàsic és la Oobeya, que se'n fa ús a tres nivells bàsics dins del sistema de producció:

- Bussiness Oobeya – A nivell de negoci, planta...
- Bussiness Project – A nivell de producte
- Bussiness Section – A nivell de secció

El Sistema de producció, és només una de les tres grans parts del sistema de management global de Toyota –el TMS-, juntament amb el TSS de vendes, i el TDS de disseny. Així en global la evolució segons Toyota es pot veure a la següent figura.

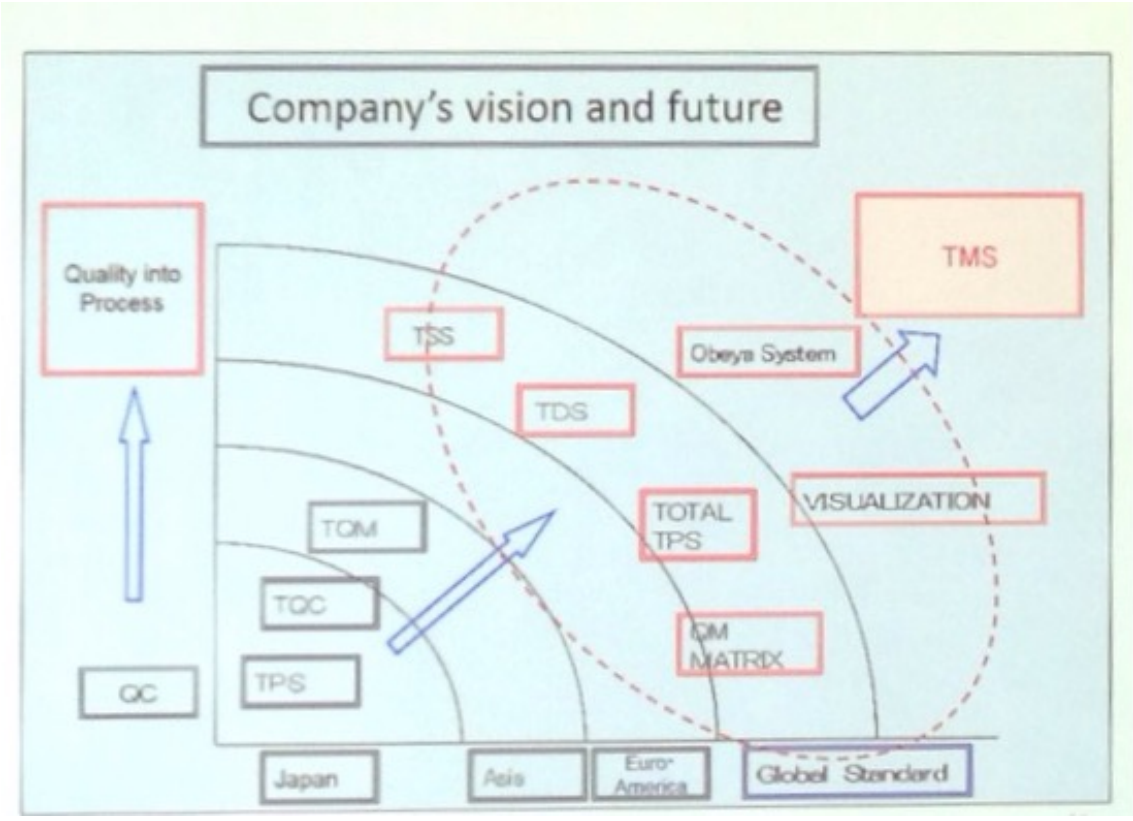


Figura 61. Evolució dels sistemes globals. Font Toyota-TEC (2015)

i. Descripció del mode de Volvo (VPS) dels 1990's.

i. Introducció

AB Volvo és un fabricant d'automòbils de gamma alta, camions, autobusos i equips de construcció, així com sistemes de propulsió marins i industrial. Fundada el 1915 amb seu a Göteborg, Suècia, com una filial de SKF (fabricant rodaments). En llatí, Volvo vol dir "jo rodo" en referència als rodaments de boles. L'emblema de la marca, el cercle i la fletxa, és el símbol de l'acer dels antics alquimistes.

No obstant això, Volvo considera la seva fundació el 1927, quan va sortir el seu primer vehicle el OV4 "Jakob", després que en 1924, Assar Gabrielsson, un gerent de vendes de SKF, i l'enginyer Gustav Larson, van decidir iniciar la construcció d'un cotxe suec, que pogués suportar els rigors de les carreteres en mal estat del país i les baixes temperatures. El primer camió, la "Sèrie 1", va debutar al gener de 1928, com un èxit immediat i el primer autobús, anomenat B1, es va posar en marxa el 1934.

AB Volvo es va introduir en la borsa de valors d'Estocolm en 1935 i SKF va decidir vendre les seves accions a la companyia.

Pentaverken, que havia fabricat motors de Volvo, va ser adquirida el 1935, proporcionant un subministrament segur dels motors i l'entrada en el mercat dels motors marins.

El 1963, Volvo va obrir una planta de muntatge a Halifax, Canadà. El 1974, una planta de muntatge a Kalmar (Suècia), i finalment a Uddevalla (Suècia) el 1987.

És en aquesta època que el volvoisme assoleix el seu punt més àlgid.

Posterior al "Volvoisme"

Seguint una època de crisi econòmica durant la dècada dels 1990, Volvo va vendre la seva divisió automobilística a Ford Motor Company. Així, Volvo des de el 1999, es va dividir en dues empreses totalment independents: Volvo cars, per als cotxes d'alta gamma, i Volvo AB, per a la resta de productes.

Volvo cars va ser col·locat per Ford en el Grup automotriu Premier juntament amb Jaguar, Land Rover i Aston Martin. Finalment, seguint la pròpia crisi de Ford a la dècada següent, Ford va vendre Volvo Car Corporation el 2010 a Geely Automobile (Xina).

ii. Definició

Volvo pretenia dissenyar un Sistema de Producció específicament dissenyat per fer la vida més agradable per als treballadors i, d'aquesta manera crear una força de treball que es pogués mantenir estable, ben entrenada i molt motivada. Amb el propòsit final de produir més cotxes per hora de treball, i de més alta qualitat.

La felicitat dels treballadors a la feina es lligava al fet de ser menys propensos a deixar de treballar o fingir estar malalts. A més, l'absència d'un dels treballadors obliga els restants membres de l'equip a treballar més dur, així que hi havia pressió social per ser-hi i fer la seva part.

Tenir en compte, pels treballadors, una major varietat de treball, una major responsabilitat, i donar l'oportunitat de ser creatius també formaven part de la definició del sistema productiu.

La característica principal que permetia aquesta flexibilitat era la alta paral·lelització del sistema productiu, que evitava els problemes de balanceig dels sistemes en sèrie, i no necessitava un mix de productes planificat o fixe. El treball MTO (contra ordre de producció), i i els temps de resposta curts, significaven preus de venda més alts (o sense descompte), i virtualment cap cost per stock de vehicles acabats.

iii. Història

Una experiència primerenca a Arendal. (Granath, 1998)

Un dels primers indicis, a Volvo, que el muntatge de cicle llarg podria ser una alternativa eficaç a la línia de muntatge de cicle curt tradicional va ocórrer per casualitat. Al 1974 la capacitat de producció de la planta de camions de Lundby (Suècia) havia arribat al seu límit de capacitat, però s'havia de produir un extra de 400 camions aquell mateix any. Per poder donar resposta a la situació, es va crear una planta temporal a Arendal (Göteborg).

Per reduir les inversions en equipaments de la planta temporal es va realitzar un experiment amb un sistema de producció alternatiu. Un grup de dotze persones muntaven dos camions / dia. Evidentment aquest grup era el responsable de no només el muntatge, sinó també la manipulació de materials, control de qualitat i corregir els defectes.

El muntatge s'organitzava en un moll estàtic en dues etapes amb la possibilitat de tenir un xassís en estoc entre els dos molls. Per moure el xassís durant el muntatge, s'utilitzaven lliscadors de coixí d'aire, fent del tot innecessària la línia de muntatge.

En un parell de setmanes, el grup ja havia assolit els objectius de producció i als quatre mesos havien reduït el temps de muntatge, i amb una qualitat major, que a la planta tradicional de Lundby. A més sovint acabaven els seus dos camions dues o tres hores abans del final del dia, i utilitzaven el temps extra per discutir sobre la producció del dia i la planificació de la producció del dia següent.

Volvo no va poder trobar cap explicació teòrica a aquest efecte. La planta temporal d'Arendal es va tancar en l'estiu de 1977.

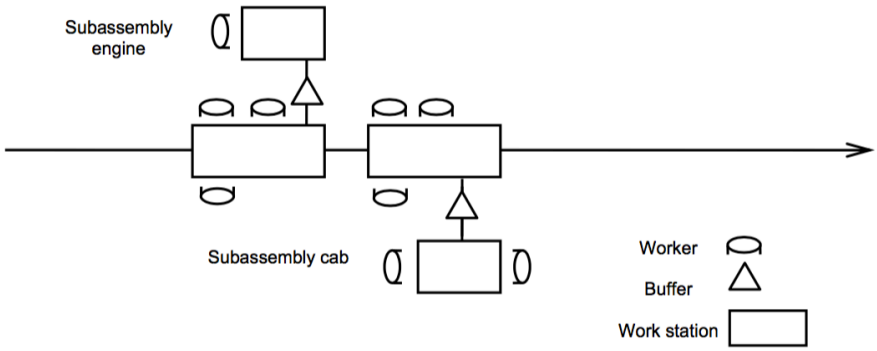


Figura 62. Flux de treball a una cèl·lula d'Arendal (Suècia). Font: (Granath, 1998)

Planta de Kalmar

Però també durant el 1974, Volvo va començar a construir una nova planta a Kalmar (Suècia), específicament dissenyada per fer la vida més agradable per als treballadors i, d'aquesta manera crear una força de treball que es pogués mantenir estable, ben entrenada i molt motivada. L'objectiu, al seu torn, era produir més cotxes per hora de treball, i de més alta qualitat.

Recollint l'experiència paral·lela d'Arendal, la planta de Kalmar es va reformular i va prescindir de la cadena de muntatge, utilitzada a totes les plantes des de que Henry Ford l'havia popularitzat, al llarg de la qual milers de treballadors altament especialitzats realitzen la mateixa tasca una i altra vegada a la velocitat predeterminada amb la que els cotxes o components d'automòbils es mouen per ella.

La nova planta es va construir amb molts espais separats, cadascun amb una entrada independent i grans finestres al exterior. Les classificacions de treball tradicionals van ser abolides, i tots els treballadors eren polivalents.

A cada espai un equip de 15 a 25 treballadors eren els responsables de dur a terme, en un temps determinat (al voltant de 20-40'), una tasca en sentit ampli, com el cablejat elèctric, muntatge de portes, tapisseria, o la instal·lació d'un sistema d'escapament. A cada espai, podia haver-hi més de 60 tasques diferents per al muntatge assignat, i els treballadors eren lliures de decidir com fer-ho i qui va fer què i quan. Això també redueix la necessitat de gestió de nivell inferior, com managers.

Una vegada s'acabava el muntatge assignat, el cotxe semiacabat es traslladaria al següent equip de la planta, en carros AGV controlats per ordinador.

A mes la planta de Kalmar va ser dissenyada per millorar l'estat d'ànim dels treballadors al ser ventilada, lluminosa i tranquil·la. Els espais de treball de cada equip tenien fàcil accés a saunes i sales amb butaques, cafè i telèfons.

En el curt termini, l'aposta de Volvo semblava donar els seus fruits. I la productivitat va augmentar considerablement.

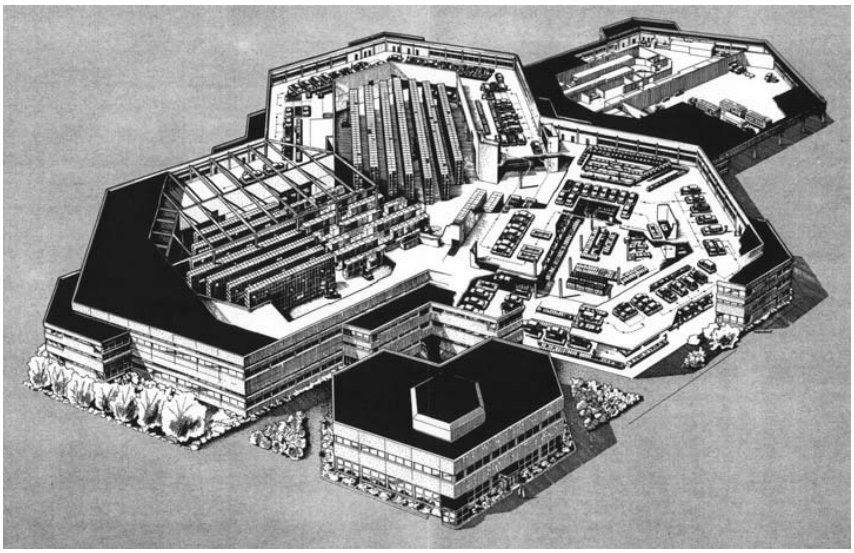


Figura 63. Planta de Volvo a Kalmar. Font: (Granath, 1998)

Aviat, la planta de Kalmar, va tenir un flux constant de visitants de tot el món. Algunes de les seves reaccions, no gaire positives, varen ser recollides: (Kohler, 1997)

- General Motors: Sense desig de copiar. Les plantes de GM poden produir 400.000 vehicles a l'any; Kalmar 30000.
- Peugeot: No hi ha cap possibilitat de poder emular l'experiment. La inversió de Kalmar, així com els costos d'operació són un 30 per cent més alts que els d'una planta convencional a França.
- Ford: L'experiment podria arribar a tenir un impacte limitat a Amèrica.
- Grup de treballadors nord-americans: No ens agrada en absolut. El treball en equip requereix atenció constant. En la línia de muntatge, es pot fer un treball més rutinari.
- Un polític alemany: No podem organitzar el país com un únic parc d'atraccions gegant.
- Renault: L'experiment ha arribat al seu límit, i no pot ser exportat. Però els submuntatges són molt vàlids per canviar la fisonomia de la línia, que al seu torn és inevitable per raons econòmiques.

El 1985, Volvo pren la decisió de construir una altra planta a Uddevalla, prenent el concepte d'equip de treball fins a les últimes conseqüències: cada equip de treball muntaria un cotxe complet per si mateix.

Per provar el concepte, i dissenyar la planta, la primavera de 1986 es va formar un grup de 20 operaris muntadors de Volvo. Aquesta prova va mostrar que els principis eren correctes, i que era possible aprendre com construir un cotxe amb cicles de treball llargs, si els materials s'exposaven de manera que el conjunt ho facilités. De fet, els muntadors ràpidament van aprendre a construir almenys una quarta part d'un cotxe. Després d'alguns mesos molts d'ells van ser capaços de construir mig vehicle, i finalment hi va haver alguns que podien muntar tot el cotxe sols. Per tant, aquest creixement de la competència i habilitat era assolible, amb els nous principis d'aprenentatge i, per a l'agrupació i la presentació dels materials.

La idea final mostra una fàbrica amb nou disseny. Les idees generals de les unitats organitzatives de set a deu membres, estacions de treball paral·leles i cicles de treball individuals de 2-4 hores, s'han integrat en el disseny. D'acord amb aquesta disposició, la planta de muntatge es va dividir en vuit tallers de producció.

El 1989 la planta es va posar en marxa, i al 1992 el Lead-time total per servir una comanda ja havia estat rebaixat fins a quatre setmanes, i amb la possibilitat de canviar la comanda fins a tres dies abans del muntatge. L'estoc que representava la reducció respecte l'any anterior era superior al cost de les pròpies línies de muntatge. (Berggren C. , 1998)

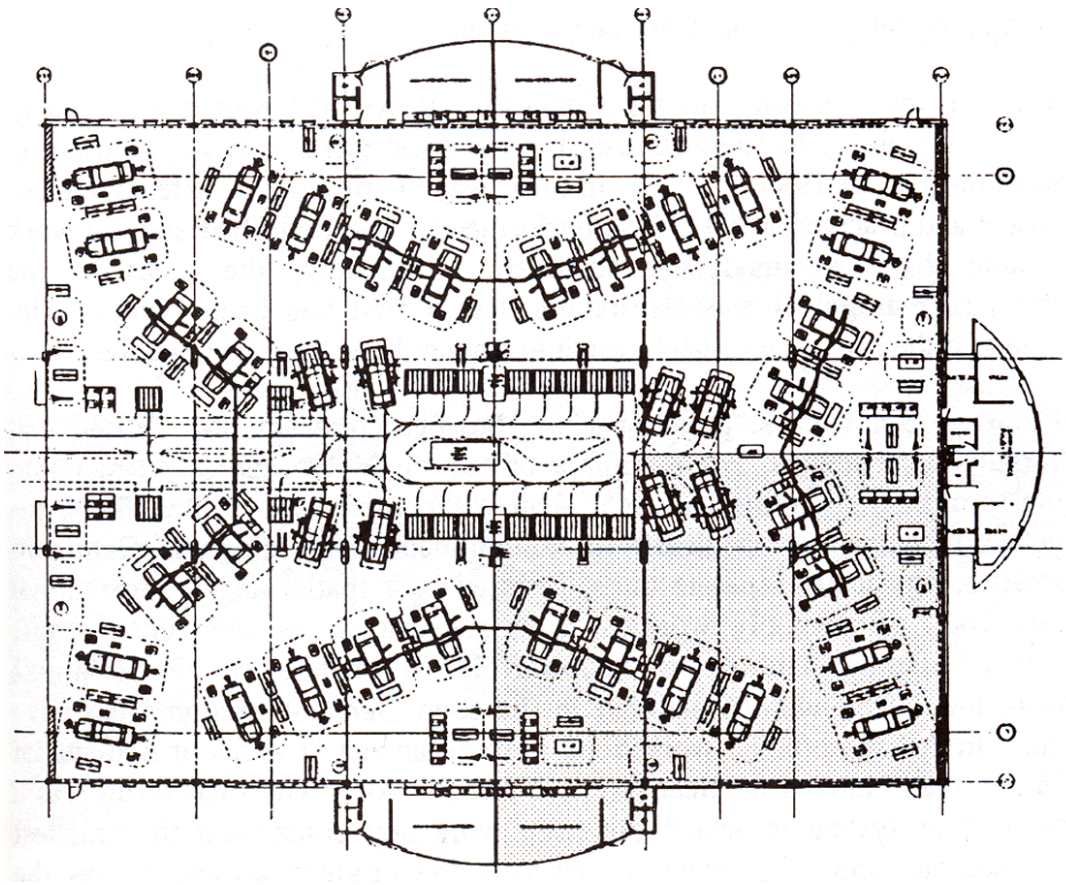


Figura 64. Detall d'un taller a Volvo-Uddevalla. Font: (Granath, 1998)

No obstant això, l'experiment de Volvo no va poder continuar. Degut a la crisi dels 1990, Volvo es va trobar en dificultats econòmiques i amb massa capacitat per a la demanda real. A més els costos s'havien disparat ja que els equips es passaven moltes hores aprenent, en lloc de produir cotxes. Així al novembre de 1992, la junta directiva de Volvo va decidir tancar les seves plantes de muntatge d'automòbils a Uddevalla i Kalmar.Varen tancar durant 1993 i 1994. (Sandberg, 1994) I Volvo va centralitzar la producció de cotxes a Gothenburg, utilitzant una línia de muntatge tradicional altament automatitzada. Volvo no es va poder refer, i abans que acabés la dècada, Volvo Cars era propietat de la pròpia Ford, de la que metafòricament havia volgut fugir.

En el estudi que el IMVP va fer es constata que la productivitat del model Volvo és superior a altres experiències europees, però inferior a les plantes de vehicles de luxe japoneses. (Womack, Jones, & Roos, The Machine that changed the world, 1989)

El 2005, Volvo AB, va començar el disseny del seu propi Volvo Production System (VPS), basat en els principis del *lean* management. El 2008 va ser desplegat.

iv. Objectius

L'objectiu principal d'aquest Sistema de producció era unir la productivitat industrial necessària, amb la creació de llocs de treball apreciats. El sistema de Producció Reflexiu de Volvo és molt flexible i resistent a les variacions que a altres sistemes provoquen grans problemes.

Un altre objectius del sistema és poder obtenir increments constant de capacitat, en contrast als grans salts predeterminats per línies de muntatge. (Sandberg, 1994)

De manera concreta els objectius són: (Berggren C. , 1998)

- Obtenir estructures de treball més flexibles,
- Llocs de treball atractius per a una força laboral més educada i exigent
- No estar lligats a la dictadura del ritme de la línia
- Fugir de la monotonia i repetitivitat del treball
- Evitar l'estrés físic, i la falta d'espai per moure's lliurement

De la persecució d'aquests objectius, s'obtenen uns objectius secundaris (Sandberg, 1994):

- Reducció de les necessitats d'espai, incloent volums d'estoc intermig. Al no dividir les feines en diverses fases de producció, no és necessari tenir productes intermitjos ni necessitat de zones de transport. Al contrari, la majoria dels automòbils en els tallers de producció eren "actius", és a dir, sotmesos a treballs de muntatge.

  Tot i l'augment d'espai resultant de paral·lelitzar el flux, i per tant multiplicar les estacions de treball més grans, es compensen per la reducció dels volums d'estoc necessaris per raons tècniques entre els grups de treball situats en una sèrie.

- Menor necessitat d'eines costoses, per diverses raons:
  1. Menor grau de mecanització i eines menys complicades.
  2. Menys eines amb funció de fixació i centratge de tota la cadena de tolerància, ja que les peces s'ajusten un sol cop.
  3. Un equip de producció car es comparteix per diversos grups de treball
  4. Les unions es poden ajustar fent servir equips més petits o de baixa pressió, encara que això signifiqui una aplicació de període més llarg.

- Reducció del temps i els recursos necessaris per implementar un canvi de model.

- Menor necessitat successiva de suport tècnic per als grups de treball, per part d'enginyeria de producció i per part del management.

- Curts terminis de lliurament, només fan possible fabricar automòbils que ja han estat venuts a client.

- Variants de productes complexos poden fabricar-se al mateix temps que les variants més comunes, sense generar pertorbacions en el sistema de producció, ni molta feina per part dels treballadors o els enginyers.

v. Principis

El model Reflexiu de Producció proposat per Volvo durant les dècades dels setanta i vuitanta del segle XX, es caracteritzaven per dos principis fonamentals (Berggren C. , 1998):

- Evitar l'ús de línies de muntatge de cicles curts i repetitius
- La creació d'equips autònoms

Linies de muntatge:

L'ús de les linies de muntatge, l'estàndard del model Taylor-Ford, és molt qüestionada en el model de producció reflexiu. Diverses alternatives havien estat provades, des de linies amb estocs separadors i amortidors fins a l'ús de vehicles AGV, per unir llocs de treball isolats. En qualsevol cas, la solució passa pel muntatge en paral·lel en molls estàtics, a on petits equips de treballadors munten sencer un vehicle. (Berggren C. , 1998)

Les tasques fragmentades i repetitives són convertides en treballs amb coherencia i funcionalitat en si mateixes. La principal característica d'aquestes tasques és el llarg cicle que representen (hores). (Berggren C. , 1998)

Equips autònoms:

La jerarquía tradicional també era canviada pel grup de treball, que comporta una notable autonomía de presa de decisions, i una reducció dels nivells jeràrquics verticals. (Berggren C. , 1998). Tot i que el treball en equip també és una característica del model Toyota, la literatura hi veia diverses diferències quan varen aparèixer:

- Els grups organitzatius están lligats a grups productius, i no organitzats en grups de la mateixa línea productiva.
- La creació dels grups venia marcada pel desig de tenir una organització que pogués prendre decisions autònomament.
- El rol dels dirigents canvia a coordinar, planificar i donar suport.

Característica	**Toyota (1990's)**	**Volvo (1980-90's)**
Disposició de la producció	Linies ajustades amb control JIT	Adaptació a necessitats socio-tècniques, i amb gran contingut de treball.
Relació entre grups	Eliminació de tots els buffers, i variació del ritme de treball	Reducció de les interdependències, mitjançant major autonomía individual, i permetent variacions del ritme.
Supervisió i Coordinació	Densa estructura i relació directa. Els liders decideixen sobre formació, promoció i salaris.	Control reduit. La responsabilitat di'aria és delegada als equips.
Control administratiu	Les suggerències són encoratjades, però les decisions són preses jeràrquicament per asegurar estandardització	Els líders són escollits sovint en el propi grup, i a vegades de manera rotatòria.
Intensitat del treball i demanda de resultats	Pressió per obtener el màxim rendiment. No hi ha límits de millora del rendiment.	Els limits de rendiment són pactats. La intensitat del treball varia per la pressió del propi grup.
Rol sindicats	L'organització del treball, del ritme de producción correspón a la empresa. Clara estructura d'interessos.	El contingut de treball, els salaris i prerogatives són regulades al contracte. El sindicat s'implica en les decisions.

Taula 42. Comparativa models de treball Toyota-Volvo. Font: (Berggren C. , 1998)

Característiques de les fabriques a on s'aplica aquest Sistema Reflexiu són: (Sandberg, 1994, pág. 37)

- És tranquil.
- Els cotxes es munten en posició estàtica, un al costat de l'altra.
- Les persones treballen juntes en petits grups i amb molta comunicació.
- Res sembla córrer pressa,
- El cotxe se situa en el mateix lloc durant un llarg període de temps (diverses hores).
- La planta és petita en comparació amb la majoria de les altres fàbriques d'automòbils.

Respecte a l'equip tècnic:

- Absència d'una línia de muntatge. Flux de vehicles molt paral·lelitzat.
- Els materials necessaris s'envien individualment per a cada bastidor (petites variacions i components més grans es col·loquen en un ordre estricte en els prestatges i suports). Aquests arriben a la zona de muntatge amb vehicles guiats automàticament (AGV).
- Els vehicles automàtics guiats també s'utilitzen per al transport dels cotxes complets.

- Les persones es mouen per tot el cotxe per a realitzar els seus diferents treballs de muntatge, mentre que el cotxe està quiet.
- Les mateixes persones fan tot el seu treball en una petita zona de muntatge,
- Moltes màquines manuals, i hi ha poques grans maquines complexes.
- El coneixement humà (habilitats, educació, formació) de cada treballador individual, és un prerequisit fonamental.

Per la seva banda, El procés de disseny invertit de la planta de Volvo Uddevalla es genera a partir de cinc principis de producció: (Sandberg, 1994)

1. Patró de flux paral·lel i el treball en grup autònom. Així va ser possible variar mètode i ritme, depenent de del treball necessari. Això també independitzava la situació de treball respecte altres grups.

2. Alimentació preestructurada de materials, en gran part, per a cada vehicle de manera individual. Aquesta alimentació representava una gran part del temps de muntatge. D'altra banda, aquesta forma d'alimentació serveix com una ajuda per a l'aprenentatge en les instruccions de treball.

3. Tasques de muntatge naturalment agrupades. Això pressuposa que la tradicional desintegració es trenca i es creen les competències professionals.

4. Una estructura d'informació orientada al conjunt final. Busca un maneig de la informació més eficient.

5. Materials i control de la producció basada en el principi que els productes que són similars, tenen un muntatge també similar. Això significava una menor necessitat de replanificació i també una seqüència de consum de materials més consistent amb la seqüència planificada.

Un principi que diferència el treball reflexiu del *lean*, és el flux. La importància cabdal en el cas del *lean*, i l'absència de flux en el model de Volvo. (Sandberg, 1994)

vi. Continguts

Les Línies de Producció

Les línies de producció es segmenten en sub-línies amb estocs-amortidors per reduir la interdependència entre elles. Les sub-línies són menys dependents entre si i poden ser detingudes sense un efecte greu en les altres sub-línies. Cada sub-línia té un conjunt de tasques de muntatge assignades a un grup persones. Aquesta idea és la precursora de les espines de peix tant utilitzades avui en dia, també per Toyota. (Weerasombat & Hampson, 2012)

Els estocs amortidors

El "ideal" del TPS clàssic té una línia contínua, sense buffers 'en procés'. Encara aquest ideal mai es realitza a la realitat, la reducció de estocs força a treure a la superfície els problemes de producció que després requereixen solució, millorant així el procés de producció en el seu conjunt. Però això pot venir associat també amb un augment de la tensió en els treballadors, i, possiblement, de la maquinària també. De manera oposada, Volvo té buffers al voltant dels equips de treball paral·lelitzat, per suavitzar el flux continu i la difícil sincronització de les sub-línies respecte a la línia principal, i la disminució de la sensació de crisi (i l'estrès) si la línia havia de parar.

Organització Equip

A Volvo, els treballadors treballaven en equips paral·lels, de 8-12 treballadors – un número més alt que en els equips *lean*. Cada equip té la seva pròpia especialitat, depenent de la seva funció. Actualment Toyota, agrupa petits equips en un treball "de grup o segment (*kumi*)", component de 15-20 treballadors en un intent de promoure la identitat de treball a través de tasques funcionalment relacionats a nivell de segment.

A Volvo, els membres de l'equip escullen els caps d'equip, mentre que a Toyota no tenen en exclusiva la potestat de nomenar.

Disseny del Treball

A Volvo, cada treballador se li assigna una porció funcionalment coherent de tasques relacionades, o fins i tot en ocasions gran part del vehicle. Els processos de treball "TPS clàssic" estan estandarditzats i requereixen de treballadors que els segueixin estrictament, sense possibilitat de canviar-los excepte a través de Kaizen, com una aportació indirecta, fent que el sentit de realització del treball baixi.

En el règim de Total-TPS, el treball també es redissenyat en un intent de millorar aquest problema. A cada *kumi* se li assigna un conjunt de tasques de muntatge amb relació funcional. Llavors, a cada treballador se li assigna treballar en un subconjunt, una estratègia anomenada "peça sencera" (*buhin-Kanketsu*), tot i que amb un cicle curt. De totes maneres, els treballadors tampoc poden canviar el seu ritme i els mètodes de treball, a no ser a través de procediments Kaizen.

Les possibilitats de aprenentatge i millora continua són qüestionats per alguns autors, ja que s'argumenta que sense estandardització, no hi pot haver millora sistemàtica ni formació, i per tant aprenentatge. (Sandberg, 1994)

L'ús flexible dels Recursos Humans

Com a resultat de l'escassetat de mà d'obra des de finals de 1980, Volvo depenia d'una major flexibilitat en el desplegament dels recursos humans - incloent mà d'obra temporal i subcontractat. En resposta a les fluctuacions dels mercats, sobretot en l'alta demanda, s'usa els treballadors com a "amortidors" per absorbir les fluctuacions del mercat mitjançant la variació de les hores extres, fins i tot a curt termini. No obstant això, els treballadors podrien decidir el seu propi horari d'hores extres.

Sistema de Pagament i Incentius

Tant Toyota i Volvo s'han relacionat en l'avaluació de l'acompliment i remuneració. El sistema de pagament a Volvo partia del esforç per millorar la qualitat de la producció. Un sou base es determinat pel temps treballat de manera efectiva, i el nivell d'habilitats individuals. La base pujava més amb l'acumulació d'habilitats i coneixements, i amb l'augment de la competència (qualitat i quantitat dels cotxes) tant individual, com d'equip, i planta.

Al Japó, des de principis de 1990 el sistema de pagament basat en l'antiguitat va canviar per emfatitzar la meritocràcia.

Ergonomia

Les condicions de treball a les plantes de Volvo eren benignes, amb baix nivell de soroll i un munt d'equips dissenyats per reduir accidents de treball i tensió. Es va avaluar la càrrega de treball i les exigències físiques dels treballadors, com ara el temps necessari per a una tasca, la posició de treball físic, i els pesos de les peces i eines, per tal de garantir un grau raonable de comoditat per als treballadors.

Automatització

Volvo empra la automatització per optimitzar la interfície entre l'equip i els treballadors, mentre que tradicionalment s'utilitza l'automatització per ampliar el treball assignat als treballadors de producció.

vii. El Volvo Production System (VPS) actual

El Grup Volvo va decidir el 2005 dur a terme una iniciativa de XPS a tot el grup. Moltes plantes de Volvo experimentaven la gran competència, i necessitaven embarcar-se en projectes de producció lean per tal de baixar els costos de producció, millorar la qualitat i reduir els temps de lliurament. Un pre-estudi intern va concloure, el 2005, que "els beneficis d'un sistema comú de producció Volvo maximitzaria l'ús dels recursos, milloraria la comunicació dins del grup, facilitaria l'intercanvi de millors pràctiques, i la reducció de la duplicació d'esforços" (Netland & Sanchez, 2013)

Llançat en 2007, el VPS ofereix els principis, eines i directrius de com totes les unitats productives de Volvo han de treballar per assolir l'excel•lència operativa. L'objectiu general de la implementació i el manteniment del VPS és arribar una excel•lència en seguretat, qualitat, lliurament, costos, medi ambient i persones (abreujat SQDCEP) (Volvo Group, 2010a).

Per donar suport a aquest esforç, Volvo utilitza avaluacions de VPS en què identifiquen els *gaps* i quines eines i tècniques pràctiques es necessari implementar en cada cas. (Netland & Sanchez, 2013)

Una característica és que va ser dissenyat per funcionar com un programa inacabat i continu. Definit com una manera de pensar. Un programa que continuarà en tot moment "(Volvo Group, 2009, pàg. 23). En altres paraules, l'aplicació de la VPS és un procés continu destinat a inculcar una cultura.

Definició

El VPS es definit com "la visió i el marc dels principis i eines dissenyades per guiar-nos en la creació de valor per als nostres clients mitjançant l'augment de la qualitat, assegurant el lliurament, i la reducció del cost dels productes que produïm" (Volvo Group, 2010a).

Representació

El model VPS es mostra a la Figura 54. Es compon de cinc principis fonamentals: treball en equip, l'estabilitat del procés, la qualitat com a funció (Buolt-in-Quality), la millora contínua i el JIT. A la base són els valors corporatius (el Camí Volvo) i l'orientació al client inherent està representada a la part superior de la piràmide.

En total, el VPS consta de 24 mòduls, que inclouen una varietat d'eines i tècniques.

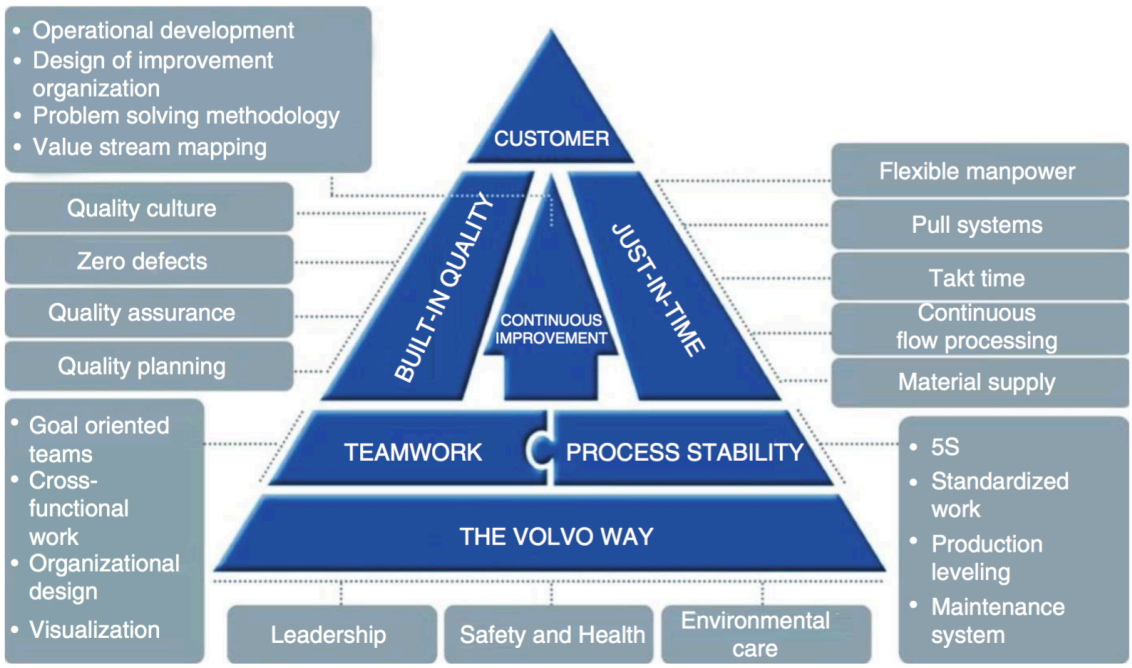


Figura 65. Representació del VPS. Font: Volvo AB

j. Parametrització dels sistemes productius

A continuació es presenten les taules-resum amb les eines i principis dels diferents Sistemes de Producció.

Aquestes taules, una per a cada Sistema de Producció estudiat, resumeixen i estandarditzen els continguts dels sistemes de producció. Com a base de cada sistema representat s'utilitza:

- Per a les eines i mètodes presents als sistemes de producció, s'utilitza la taula en la que Jostein Pettersen (2009) resumeix les característiques i eines associades a *lean* production segons diferents models presents a la literatura.
- Per als principis que guien el sistema de producció, s'utilitza la representació dels elements de la casa TPS.

En quant a llegenda utilitzada: en blanc o el "0" significa la no presència de l'eina o mètode. El "1" significa que el terme està present o bé en la documentació aportada, amb una "D", o descrit a la entrevista amb una "E". El "2" significa que la eina o mètode són presents tant a la documentació com a l'entrevista.

A més, s'indica la descripció que se'n fa al document origen, i quan existeix s'indica la referència pròpia dins del document d'origen.

i. Renault

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• Si. Fer millores constantment, en petits increments
Setup time reduction	E	• És usat com un estàndard més per assolir el JIT, o la millora de productivitat
Just in time production	2	• Assegurar els productes necessaris en el moment adequat
Kanban/Pull system	E	• Es usat quan és necessari
Pokayoke	2	• Es descriu com a eina fonamental
Production leveling (Heijunka)		
Standardized work	2	• La millor manera d'aconseguir una tasca determinada • És la base de la millora continua • Íntimament lligada amb la estabilitat
Visual control and management	2	• Es descriu dins l'estandardització
5S/Housekeeping	E	• Utilitzat quan és necessari
Andon	E	• Utilitzat només a nivel màquina
Small lot production	2	• Part del JIT: reduir el tamany del slots de fabricació
Time/Work studies	2	• Ús del SOS (Standard Operating Sheets) i del POS (Process Operating Sheets)
Waste elimination	2	• Treballar amb JIT obliga a eliminar malbarataments • 7 malbarataments: els clàssics

Inventory reduction	2	• Conseqüència del JIT: reduir el WIP i els nivells d'estoc
Supplier involvement		
Takted Production	2	• El JIT persegueix una línia sincrónica amb la demanda i els proveïdors
TPM/Preventive maintenance	2	• Millora global de la disponibilitat i el rendiment de les instal·lacions • Pilars: Autònom +Preventius +QC-story(A3) +Formació +Gestió coneixement
Autonomation (Jidoka)	2	• El focus de la qualitat està en fer-ho bé a la primera • La qualitat està enfocada al estàndard i assegurar la qualitat
Statistical quality control (SQC)	2	• Si. A través de QA
Teamwork	2	• Per a fer kaizen es declara necessari el teamwork
Work force reduction	2	• No directament. Pero sí són objectius la reducció de temps de fabricació i optimitzar el balanceig
100% inspection	0	• Al contrari: es defineix un pla, i assegurar el cero defecte
Layout adjustments		•
Policy deployment (Hoshin kanri)	2	• Si. A 3 nivells: top+planta+workshop • Ús extensiu del S/PDCA per al desplegament • Ús del catchball
Improvement circles	2	• Ús massiu del S/PDCA per part de tots els empleats i directius
Root cause analysis (5 why)	E	• A través del PDCA
Value stream mapping/flowcharting		
Education/Cross training (OJT)	2	• Ús del ILUO per a analitzar • Es busca versatilitat i eficiència • Si no es potencia, és una debilitat
Employee involvement	2	• Requerit a la millora TPM, al QC-story • És un dels rols dels managers
Lead time reduction	2	• Conseqüència del JIT
Cellular manufacturing	2	• Una de les bases: el treball en cèl·lules
Process synchronization	2	• El JIT pretén una línia tibant i sincronitzada
Multi manning	0	
espines peix	0	
p-a-p	0	
lean	2	• A la pròpia definició

Taula 43. Parametrització del Sistema Productiu RSA. Elaboració Pròpia.

ii. Nissan

Eina o mètode	Punts	Origen	Ref.
Kaizen/Continuous improvement	2	• És un actiu bàsic • Té diverses formes, i pot ser aplicat a qualsevol lloc • Omple el forat entre el sistema ideal i el actual	212
Setup time reduction	D-0	• Es troba dins de lot petit com un mètode més	
Just in time production	2	• Un pilar del sistema • Es defineix com usar el mínim de recursos de a manera més eficient • Una manera de pensar	Portada
Kanban/Pull system	E	• Ús de kanban per reposició	
Pokayoke	2	• S'incorpora per eliminar errors i defectes per un funcionament anormal o error	4.12
Production leveling (Heijunka)	0	• L'objectiu és produir amb el mínim de recursos • En certes connexions s'utilitzen seqüències	1.2.2
Standardized work	2	• La estandardització és un model i una base per a la producció • Amb el seu ús, és més fàcil detectar desviacions • La estandardització pot ser millorada	3.1.1
Visual control and management	2	• Fer fàcil observar el treball i detectar normal/anormal, per a reaccionar • El control visual, es gestionar.	3.1.2.4 3.3.1
5S/Housekeeping	2	• 5'S típiques • Enllaçat amb gestió visual, seguretat i eficiència	3.1.25
Andon	E	• Gestió visual del que és normal/anormal	
Small lot production	2	• Impulsar la producció en lots més petits com a objectiu en si mateix	4.1.2
Time/Work studies	E-2	• Utilització de SOS	4.1.2
Waste elimination	2	• 6 malbarataments, anomenats Muda • Eliminar els muda forma part dels principals objectius • Tres alternatives: eliminar muda, ó pèrdua oportunitats , ó masses recursos	1.1.2
Inventory reduction	2	• Minimitzar estoc tant de WIP, com dins els procés	4.1.2
Supplier involvement	0		
Takted Production	2	• Sincronització continua del sistema amb els clients	Portada
TPM/Preventive maintenance	2	• És un dels pilars	Portada

Autonomation (Jidoka)	2	• Total Quality Management com a pilar	Portada
Statistical quality control (SQC)	2	• Eliminar la dispersió per assegurar la qualitat	
Teamwork	2	• Més que treball en equip, es treballa en cooperació (Kyodo)	2.2.3
Work force reduction	2	• Un dels objectius del kaizen és reduir ma d'obra • Es vol produir amb la mínima plantilla	Portada 4.1.2
100% inspection	0	• Inspecció al lloc de treball per evitar defectes	
Layout adjustments	0		
Policy deployment (Hoshin kanri)	0		
Improvement circles	2	• A través de PDCA als kaizen	3.1.2
Root cause analysis (5 why)	2	• Utilització als equips com una eina bàsica	2.2.3 3.1.2.3
Value stream mapping/flowcharting	0		
Education/Cross training (OJT)	2	• Formació "directa" a través del Master Trainer System	
Employee involvement	2	• Forma part del TQM, on és necessària la participació de tothom • Desenvolupar els Recursos Humans és essencial per arribar al ideal	2.1.3
Lead time reduction	2	• Des del JIT és un dels objectius	Esquema
Cellular manufacturing	0		
Process synchronization	D	• Utilització de seqüencies, i per altra banda adaptabilitat a les variacions del programa • Ordre de producció SSAR	
Multi manning	0		
espines peix	0		
p-a-p	2	• Compliment perfecte del temps de cicle, i de l'ordre de producció • Mantenir un estoc estàndard i mínim, per assolir el P-a-P	
lean	2	• El NPW, és un estàndard global de fabricació basat en els principis del *lean* management	portada

Taula 44. Parametrització del Sistema Productiu NPW. Elaboració Pròpia

iii. Ford

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• És a la base del FPS. Utilitza PDCA.
Setup time reduction	2	• El QCO (quick changeover) és part central de les eines.
Just in time production	D	• Contemplen el fluxe continu, dins el flux de material síncron i el OTD (one-time delivery)
Kanban/Pull system	2	• El VSM i els principis pull formen part com a eina.
Pokayoke	2	• Forma part de les eines
Production leveling (Heijunka)	2	• Utilitzen una programació fixada, seqüenciada i anivellada.
Standardized work	2	• El FPS utilitza el treball estandarditzat com a suport principal per revisar els estàndard de treball, i generar aprenentatge.
Visual control and management	2	• Des de el concepte de Factoria Visual, fins a la utilització de panells visuals, el management a través de gestió visual és ben present.
5S/Housekeeping	2	• Amb aquest nom: 5'S. Les 5'S i el lloc de treball organitzat és una eina present.
Andon	2	• Tant els andon com els panells andon.
Small lot production	D	• Estratègia de QCO i lot únic.
Time/Work studies	0	•
Waste elimination	2	• La eliminació del malbaratament és una eina principal. Tot i que no s'anomenen els malbarataments.
Inventory reduction	E	• Tot i no ser expressament esmentat a la documentació, el flux sincronitzat i anivellat porta cap a un inventari petit.
Supplier involvement	2	• Ford té una política d'ajuda als proveïdors. Un dels elements que defineixen el TPS és "Relacions d'iguals amb el proveïdors".
Takted Production	0	•
TPM/Preventive maintenance	2	• Un dels elements importants és l'ús del TPM, per maximitzar seguretat, efectivitat i costos
Autonomation (Jidoka)	2	• Tot i que com a eina, la qualitat a ala primera és present al FPS.
Statistical quality control (SQC)	2	• A aquesta indústria aquesta eina és popularitzada als anys 80 per la pròpia Ford. QPS (Quality Process System)
Teamwork	2	• A la base del sistema, com cap altre. • Cada equip té un líder que s'assegura que l'equip participi i dissenyi els propis estàndards.
Work force reduction	0	•
100% inspection	0	•
Layout adjustments	E	• Per al fluxe peça-a-peça i el sistema syncro, Ford no és aliena a les espines de peix.

Policy deployment (Hoshin kanri)	D	• La governança és a la base. • Els problemes s'escalen i els objectius es baixen.
Improvement circles	0	•
Root cause analysis (5 why)	2	• Queda integrat a les eines PPS
Value stream mapping/flowcharting	D	• El VSM és una de les eines principals del portafoli del FPS
Education/Cross training (OJT)	0	•
Employee involvement	2	• Cada equip té un líder que s'assegura que l'equip participi i dissenyi els propis estàndards. • Les reunions dels divendres són per a temes de persones.
Lead time reduction	0	•
Cellular manufacturing	0	•
Process synchronization	2	• FPS ho defineix com els processos i inclús els sistemes, que produeixen un flux continu a través de programació prefixada, seqüencial i anivellada.
Multi manning	0	•
espines peix	2	• Per al flux peça-a-peça i el sistema syncro, Ford no és aliena a les espines de peix.
p-a-p	2	• Flux d'una sola peça, com a eina principal.
lean	2	• A la definició.

Taula 45. Parametrització del Sistema Productiu FPS. Elaboració Pròpia

iv. Fiat

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• És vist com un procés diari, el propòsit dels qual va més enllà de la simple millora de la productivitat. També és un procés que, si es fa correctament, humanitza el lloc de treball.
Setup time reduction	2	• El SMED és definit com a un conjunt de tècniques per dur a terme operacions de canvi de referència, i posada en marxa regular, amb una durada menor a 10 minuts.
Just in time production	2	• És un dels 4 pilars del WCM
Kanban/Pull system	2	• Si, per a poder respondre a les peticions dels clients, garantint productes de qualitat. • Es defineix el Kanban com a una etiqueta utilitzada per a la programació i planificació de la producció.
Pokayoke	2	• Definit com a tècnica de prevenció a fi d'evitar possibles errors humans en el transcurs de qualsevol activitat productiva.
Production leveling (Heijunka)	E	• Dins el JIT, per poder assolir el zero stock policy
Standardized work	2	• Utilització del Standard Work per a les 4M. • Utilització del Standard Work per a treballs acíclics, amb el Procediment estàndard per al treball. • Utilització de les Job Instructions per als treballs primaris
Visual control and management	E	• Definit com a ajuda visual en el WCM
5S/Housekeeping	2	• Les 5S són definides com la metodologia que s'utilitza per assolir l'excel•lència a través de la millora del lloc de treball, en termes d'ordre, organització i neteja.
Andon	E	• Definit com a ajuda visual en el WCM
Small lot production	0	•
Time/Work studies	2	• Ús de la observació (AM, WO, PM, SAF) • Mètode de la doble videocàmera • Anàlisi ergonòmic per tal de reduir temps de cicle.
Waste elimination	2	• L'objectiu del TIE (Total Industrial Engineering), un dels 4 pilars, és el zero waste
Inventory reduction	2	• L'objectiu del JIT, és el zero stock
Supplier involvement	0	•
Takted Production	E	• Dins el JIT, utilitzant VSM
TPM/Preventive maintenance	2	• És un dels 4 pilars del WCM
Autonomation (Jidoka)	2	• Integrat com a TQM, un dels 4 pilars, amb l'objectiu de zero defectes.
Statistical quality control (SQC)	2	• Tant l'ús com l'anàlisi estadístic (ANOVA), com el QA, QuOA.
Teamwork	E	• La lluita contra els malbarataments i la realització del

		kaizen és amb participació de tots els empleats
Work force reduction	0	•
100% inspection	0	•
Layout adjustments	0	•
Policy deployment (Hoshin kanri)	0	•
Improvement circles	0	•
Root cause analysis (5 why)	2	• S'utilitza per analitzar les causes d'un problema a través d'una sèrie consecutiva de preguntes. S'aplica en l'anàlisi d'errors, anàlisi d'anomalies esporàdiques, o l'anàlisi de les pèrdues cròniques que sorgeixen de causes específiques
Value stream mapping/flowcharting	2	• Permet posar en relleu les pèrdues en un procés, ajudant a representar el flux de materials i informació que descriu, en relació a un producte específic, a través de la cadena de valor entre els clients i els proveïdors.
Education/Cross training (OJT)	0	•
Employee involvement	E	• Focus en augmentar la participació i motivació. • El poder del WCM prové de la participación de les persones.
Lead time reduction	0	•
Cellular manufacturing	0	•
Process synchronization	2	• Per poder servir a client amb zero stock
Multi manning	0	•
espines peix	0	•
p-a-p	0	•
lean	E	• S'autodescriu com la versió occidentalitzada de *lean*

Taula 46. Parametrització del Sistema Productiu FAPS. Elaboració Pròpia

v. Volkswagen

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• Participació activa del personal en la Millora Continua
Setup time reduction	0	• S'utilitza però no és focus
Just in time production	2	• El JIT amara tot el sistema *Syncro*
Kanban/Pull system	2	• Utilització del principi Pull per connectar processos • Kanban com a mètode per a la introducció del Pull.
Pokayoke	E	• És d'ús habitual • Es combina amb Estandardització de la qualitat
Production leveling (Heijunka)	2	• Les comandes del client és el cor que fa bategar • Tothom ha de produir al mateix ritme i seqüència • Es generen càrregues per a cada tkt
Standardized work	2	• L'estàndard crea rutina i compleix amb qualitat i productivitat • Sense estàndard no hi ha millora
Visual control and management	2	• Gestió visual dona suport al flux
5S/Housekeeping	2	• 5'S típiques • Condició prèvia del treball amb estàndards
Andon	E	• Ús ampli
Small lot production	0	• Conseqüència de la sincronització.
Time/Work studies	2	• Productivitat molt important • Temps i seqüència com un dels actius dels estàndard
Waste elimination	2	• 9 tipus, inclosos els 7 típics • Reducció de tots els malbaratements coma objectiu
Inventory reduction	D	• Conseqüència declarada de flux encadenat: un pulmó mínim
Supplier involvement	0	• Es veu com un sistema intern
Takted Production	2	• El tkt del client és el marcapassos de tots els processos, i del *syncro*
TPM/Preventive maintenance	E	• S'usa, però a part del VPS
Autonomation (Jidoka)	2	• Aconseguir processos perfectes mitjançant una qualitat 0 falles • Paro del procés en cas de desviació
Statistical quality control (SQC)	2	• Control de processos per un sistema de reports estàndard
Teamwork	2	• L'hi dona molta importància • La plantilla forma part del eix central de l'empresa (destacat a la portada)
Work force reduction	E	• Reducció de costos com a objectiu, tot i que no necessàriament de plantilla
100% inspection	0	• Hi ha mur de qualitat, però no Quality Gates explícites,

		exceptuant la darrera.
Layout adjustments	0	
Policy deployment (Hoshin kanri)	0	• No descrit
Improvement circles	2	• Equips molt actius en la millora continua
Root cause analysis (5 why)	E	• No mencionat a la documentació
Value stream mapping/flowcharting	0	• Ús esporàdic
Education/Cross training (OJT)	D	• La formació metodològica i social per poder complir amb les funcions
Employee involvement	2	• El VPS hi dona molta importància • Hi vol una participació activa del personal
Lead time reduction	2	• El VPS requereix de temps de pas més curts, millores en el LeadTime, i més orientació a client
Cellular manufacturing	E	• Si que s'utilitza, però associat a *syncro* i espines de peix.
Process synchronization	2	• El takt és la base d'una seqüència de treball cíclica i estàndard • Ajuda a veure desviacions
Multi manning	0	
espines peix	2	• Les espines de peix subministren en JIT a la línia • Es defineix com la distribució de la producció, amb pre-muntatge i subministrament sincro
p-a-p	2	• Flux P-a-P (entrega directa) com a objectiu per a un subministrament segur i veure les desviacions.
lean	2	• Si. Tot i que enfocat a produir

Taula 47. Parametrització del Sistema Productiu VPS. Elaboració Pròpia

vi. Mercedes

Eina o mètode	Pts.	Origen	Ref.
Kaizen/Continuous improvement	2	• mKVP-kaizen amb operaris • eKVP-kaizen amb experts • el kaizen està enfocat a la millora continua	136
Setup time reduction	D	• Un setup ràpid per utilitzar les màquines de manera flexible i realitzar lots petits sense perdre temps	432 433
Just in time production	2	• Un dels subsistemes	411
Kanban/Pull system	2	• Kanban per al subministrament de material en quantitat precisa • Poden ser internes de fàbrica o arribar a proveïdor • Es fabrica només el que necessita la següent estació	424
Pokayoke	2	• Pokayoke: prevenció de falles • Mistake-proofing: evitar errors per garantir estabilitat	322 323
Production leveling (Heijunka)	2	• Collar de perles: seqüència que planifica capacitat, baix estoc, alta qualitat, i el més freqüent possible.	411 412
Standardized work	2	• Base de la qualitat, i lligada a la estabilitat • Punt de partida de la Millora continua • Usada per fomentar la participació • Std del mètode: SOS o HTE amb tasques, temps, seqüència • Std del material: nivells, llocs, contenidors… • Std de la informació: panells, indicadors…	211 213 214 215
Visual control and management	D	• Utilitzat per ajudar en processos i veure desviacions	222
5S/Housekeeping	2	• 5'S clàssiques • Base de la eficiència en els llocs de treball • Realitzades amb participació directa	221
Andon	D	• Anomenat Alarma de Qualitat • Al detectar un fallo, es para la producció per a que no arribi al client.	315
Small lot production	2	• Objectiu: one-piece-flow • Ús de SMED o contenidor-petit	432 433 434
Time/Work studies	2	• Les tasques, temps i seqüències són representades als SOS • Els llocs de treball ho són als JI	211 212 121
Waste elimination	2	• 7 malbarataments clàssics • Tot el que no és VA, és NVA	512
Inventory reduction	2	• La planificació del flux de material s'ha de coordinar de manera que disposi d'un estoc mínim, ja que el inventari és malbaratament.	512 421
Supplier involvement	0		
Takted Production	2	• Takt=Temps disponible / num de comandes • Temps de cicle fixe: treball amb el mateix ritme per aprofitar de manera òptima.	411 412 441
TPM/Preventive	E	• Control de mitjans productius	212

maintenance			
Autonomation (Jidoka)	E	• Al detectar un fallo, es para la producció per a que no arribi al client.	323
Statistical quality control (SQC)	2	• Ús del SPC • Auditories del procés	324 326
Teamwork	2	• És el primer pilar • S'encoratja el desenvolupament del equip, la figura del líder, tasques de grup, reunions i avaluació.	119 141 142 143 145 146
Work force reduction	E	• Tot i no tenir un punt concret, la productivitat és un indicador important. • El SOS té com objectiu nombre i temps dels llocs.	
100% inspection	2	• Tot i establir acords de qualitat, hi ha establertes les quality gates on s'assegura una revisió 100%	331 332
Layout adjustments	D	• Tot i utilitzar spaguetti, comissionat de sets i magatzem únic, no hi ha referència	514
Policy deployment (Hoshin kanri)	0	• Acord sobre objectius, avaluació col·laboradors i avaluació caps, però sense estructura Hoshin	111
Improvement circles	D	• PDCA clàssic • Utilització dels cercles PDCA per a la solució de problemes/millores	511
Root cause analysis (5 why)	2	• 5-why típic	513
Value stream mapping/flowcharting	0	• No és una eina estàndard	
Education/Cross training (OJT)	2	• Matriu de qualificació determina polivalència i determina les necessitats de formació	148
Employee involvement	2	• La involucració forma part del rol del líder • La involucració es dona des de moltes vessants: millores, tallers, tasques d'equip, reconeixement, reunions.	119
Lead time reduction	E	• No hi ha cap punt concret • Però si hi ha intenció, i una sèrie d'iniciatives: collar, flux P-a-P, reposició per consum.	
Cellular manufacturing	0	• Hi ha equips de treball, però no necessàriament una estabilitat en quant a cèl·lules • Sí que hi ha àrees	146
Process synchronization	2	• Collar de perles, planificació, flux de materials, rutes milkrun i formació sets	412 421 422
Multi manning	0	•	
espines peix	E	• Sí, i formació sets	
p-a-p	2	• Cada peça flueix sense interrupció	434
lean	2	• Sí	

Taula 48.Parametrització del Sistema Productiu MPS. Elaboració Pròpia

vii. GM

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• És un dels elements cabdals. • Sèrie de pases utilitzades per assolir el pla de negoci • Alinear i integrar a tothom, per treballar plegats • Per desenvolupar una cultura de millora continua
Setup time reduction	E	• Una forma particular d'estandardització • Forma part del principi de reduir LT
Just in time production	2	• Integrat en el principi de LT curt
Kanban/Pull system	2	• Eliminar malbaratament, mitjançant proveir de material o informació només quan és necessari.
Pokayoke	2	• Mitjà o procés, que detecta immediatament un error, o protegeix de la seva ocurrència.
Production leveling (Heijunka)	2	• Anivellat de la planificació. • Periodes fixats d'ordres
Standardized work	2	• Un dels elements cabdals • Clau per crear processos repetitius, que resultin en nivells repetitius de qualitat i rendiment • Mitjà per involucrar operaris • Estableix base per millora continua
Visual control and management	0-E	• No explicitat • Usat de manera no estàndard
5S/Housekeeping	D	• Fan servir organització del lloc de treball, per visualitzar els malbarataments i els fora d'estàndard. • No existeix amb el nom de 5'S
Andon	2	• Senyal per demanar ajuda • Dona el poder a les operacions de no passar defectes a la següent operació • Condueix a la Resolució d Problemes
Small lot production	2	• Política clau, amb l'ajuda del FIFO, containerització i sistemes pull
Time/Work studies	D	• Si. A través del SOS, i el JI • A través de l'anàlisi de la situació actual
Waste elimination	2	• Els 7 típics, tot i que enfocat a millora continua i creació de flux • Relacions mura-muri-muda
Inventory reduction	D	• Conseqüència de crear flux de processos simples, es redueix inventari i WIP
Supplier involvement	0	
Takted Production	2	• Gestió per TKT, per establir un flux consistent de producció
TPM/Preventive maintenance	2	• Present amb l'objectiu de millorar rendiment, qualitat i seguretat • Busca la propietat, mesura, i desenvolupar la polivalència dels empleats

Autonomation (Jidoka)	2	• El Build-in-quality és un element cabdal.
Statistical quality control (SQC)	0-E	• Part del procés de control i verificació
Teamwork	2	• El concepte d'equip s'utilitza per la millora continua, del lloc de treball, l'orgull i el creixement personal
Work force reduction	0-E	• La reducció de costos és un dels objectius
100% inspection	D	• Ús de quality gates per a monitoritzar i assegurar que cada procés és capable de trobar els requeriments definits
Layout adjustments	0	
Policy deployment (Hoshin kanri)	0	• Tot i tenir un procés de comunicació oberta, no fa la funció de Hoshin
Improvement circles	0	
Root cause analysis (5 why)	2	• Usat amb la eina de PPS (Practical Problem Solving), on és necessari identificar la causa arrel
Value stream mapping/flowcharting	2	• Ús del VSM tant a planta com en processos administratius.
Education/Cross training (OJT)	E	• Es busca assegurar la qualificació necessària de les persones
Employee involvement	2	• Es busca crear un ambient "d'orgull" on la gent voluntàriament contribueixi
Lead time reduction	2	• Un dels elements cabdals
Cellular manufacturing	0	
Process synchronization	E	• A través del takt time, i el level scheduling
Multi manning	0	
espines peix	0	
p-a-p	0	• El procés de flux simplificat condueix cap a aquí, però no està explicitat
lean	E	

Taula 49. Parametrització del Sistema Productiu GMS. Elaboració Pròpia

viii. Toyota

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	2	• Base del TPS, i forma de vida • Tots els membres de l'equip estan contínuament buscant maneres de millorar l'organització
Setup time reduction	2	• L'anivellament del flux està dissenyat per canviar de productes fàcilment,
Just in time production	2	• cada procés produeix només el que es necessita pel següent procés en un flux continu
Kanban/Pull system	2	• dispositiu simple, i molt visual que el TPS utilitza per demanar la producció o entrega de components, quan es requereixen, és a dir pull.
Pokayoke	2	• principi o dispositiu que de forma senzilla però creativa i fiable evita els errors i manté la qualitat.
Production leveling (Heijunka)	2	• base de l'enfocament de TPS per el JIT • Tenir les peces necessàries, eliminant la variabilitat, anivellant els volums per permetre un flux suficient llis, continu i eficient
Standardized work	2	• element clau per a l'assegurament dels processos • punt de referència per a l'aplicació de la millora contínua.
Visual control and management	2	• Tots els processos i problemes estan clarament identificats perquè puguin ser trobats i utilitzats per totes les persones amb la mateixa facilitat
5S/Housekeeping	2	• 5'S clàssiques. • La cultura de la millora continua és recolzada per les "5S"
Andon	2	• senyal simple, però altament visible, que mostra l'estat de la producció • faculta als treballadors assumir la responsabilitat de la qualitat de producció, i poder aturar la producció
Small lot production	0	• El lot ha d'estar en consonància amb les necessitats del client
Time/Work studies	2	• Els estàndards són realitzats pels propis operaris • El cost, i els temps són el target del TPS
Waste elimination	2	• Tant variacions, com sobreproducció, com malbarataments, han de ser eliminats.
Inventory reduction	D	• els costos d'inventari minimitzats són l'objectiu que camina en paral·lel a servir al client.
Supplier involvement	2	• Toyota ha creat els TSSC, per donar suport als proveïdors
Takted Production	2	• *Takt time* és el terme donat a un cicle de treball que satisfà la tasca requerida per la demanda de cada client
TPM/Preventive maintenance	2	• El TPM és una vessant del TPS
Autonomation (Jidoka)	2	• "automatització amb un toc humà". La qualitat és supervisada contínuament abans del següent procés.

		• Si un defecte o error és identificat es tracta immediatament
Statistical quality control (SQC)	0	• Segint els principis de Deming, la qualitat és supervisada de tota manera. • Però no especificat explícitament
Teamwork	2	• Significa estimular el creixement personal i professional, compartir oportunitats per al desenvolupament i maximitzar el rendiment individual i d'equip.
Work force reduction	0	• No explicitat
100% inspection	0	• No explicitat.
Layout adjustments	0	•
Policy deployment (Hoshin kanri)	2	• Forma part del concepte de repte i millora continua dins del Toyota Way
Improvement circles	0	• Tot i que el seu origen també és Toyota, queden dins dels Kaizen
Root cause analysis (5 why)	2	• Concepte que s'empra per aconseguir un anàlisi i una avaluació
Value stream mapping/flowcharting	E	• S'utilitza el connection map
Education/Cross training (OJT)	E	• La polivalència i flexibilitat forma part de l'estandardització
Employee involvement	2	• Cada empleat, independentment de la posició, rep el mateix tractament. • Toyota tracta d'alimentar un sentiment d'orgull i l'ús del mètode científic al lloc de treball.
Lead time reduction	2	• Tot el que fa Toyota, és per al temps.
Cellular manufacturing	E	• No explicitat, però massivament utilitzat a partir dels 90-00's
Process synchronization	2	• A través del TKT tots els cicles estan sincronitzats amb el client
Multi manning	0	•
espines peix	E	• No explicitat, però massivament utilitzat a partir dels 90-00's
p-a-p	2	• Flux ideal de peces
lean	2	• El TPS es refereix a vegades com un 'sistema de producció *lean*'

Taula 50. Parametrització del Sistema Productiu TPS. Elaboració Pròpia

ix. Volvo (Sistema Reflexiu 1990's)

Eina o mètode	Punts	Origen
Kaizen/Continuous improvement	0	• Cada dia es dediquen una estona de grup a la reflexió i a la millora.
Setup time reduction	2	• L'smed fou incorporat
Just in time production	0	
Kanban/Pull system	0	
Pokayoke	E	• Incorporació
Production leveling (Heijunka)	E	• Els equips es coordinen i s'autoenllacen de manera anivellada.
Standardized work	0	
Visual control and management	0	
5S/Housekeeping	E	• Les 5S es varen incorporar, La utilització de marques i estanteries ordenades és comuna.
Andon	E	• Ús d'andon com a proto-sistema visual.
Small lot production	0	
Time/Work studies	0	
Waste elimination	0	
Inventory reduction	0	
Supplier involvement	0	
Takted Production	0	
TPM/Preventive maintenance	0	
Autonomation (Jidoka)	0	
Statistical quality control (SQC)	0	
Teamwork	0	• Els treballadors s'auto-organitzen, cobrint per exemple l'absentisme. Tenen les seves pròpies reunions de millora.
Work force reduction	0	
100% inspection	0	
Layout adjustments	0	
Policy deployment (Hoshin kanri)	0	
Improvement circles	0	• No formalitzat amb aquest nom. • Cada dia dediquen uns minuts a la millora.
Root cause analysis (5 why)	0	
Value stream mapping/flowcharting	0	

Education/Cross training (OJT)	0	• Pels propis treballadors
Employee involvement	0	• Complert.
Lead time reduction	0	• Cotxe un a un. • Realització de sèries especials sense diferència en LT.
Cellular manufacturing	0	• Cada grup és una cèl·lula
Process synchronization	0	
Multi manning	0	
espines peix	2	• De fet, varen néixer aquí, per coordinar grups i no tasques.
p-a-p	2	• Per la pròpia naturalesa de la feina, no es realitzen tasques, sinó conjunts sencers, així no hi ha estoc de peça WIP.
lean	0	

Taula 51. Parametrització del Sistema Productiu Reflexiu de Volvo. Elaboració Pròpia

x. Parametrització resum de les eines i mètodes

A continuació es presenta una compilació de les taules presentades amb les eines i principis dels diferents Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil estudiats. Aquesta taula, resumeix i estandarditza els continguts dels sistemes de producció. Com a base de cada sistema representat, per a les eines i mètodes presents als sistemes de producció, s'utilitza la taula en la que Jostein Pettersen (2009) resumeix les característiques i eines.

	Eina		RENAULT		DAIMLER		VOLKSWAGEN		NISSAN		GM		TOYOTA		Ford		FIAT		Volvo
1	**Kaizen/ Continuous improvement**	2	·Si. Fer millores constantment, en petits increments	2	·mKVP-kaizen amb operaris ·eKVP-kaizen amb experts ·el kaizen està enfocat a la millora continua	2	·Participació activa del personal en la Millora Continua	2	·És un actiu bàsic ·Té diverses formes, i pot ser aplicat a qualsevol lloc ·Omple el forat entre el sistema ideal i el actual	2	·És un dels elements cabdals. ·Sèrie de pases utilitzades per assolir el pla de negoci ·Alinear i integrar a tothom, per treballar plegats ·Per desenvolupar una cultura de millora continua	2	·Base del TPS, i forma de vida ·Tots els membres de l'equip estan contínuament buscant maneres de millorar l'organització	**2**	·És a la base del FPS. Utilitza PDCA.	**2**	·És vist com un procés diari, el propòsit dels qual va més enllà de la simple millora de la productivitat. També és un procés que, si es fa correctament, humanitza el lloc de treball.	**0**	· Cada dia es dediquen una estona de grup a la reflexió i a la millora.
2	**Setup time reduction**	E	·És usat com un estàndard més per assolir el JIT, o la millora de productivitat	D	·Un setup ràpid per utilitzar les màquines de manera flexible i realitzar lots petits sense perdre temps	0	·S'utilitza però no és focus	D-0	·Es troba dins de lot petit com un mètode més	E	·Una forma particular d'estandardització ·Forma part del principi de reduir LT	2	·L'anivellament del flux està dissenyat per canviar de productes fàcilment,	**2**	El QCO (quick changeover) és part central de les eines.	**2**	· El SMED és definit com a un conjunt de tècniques per dur a terme operacions de canvi de referència, i posada en marxa regular, amb una durada menor a 10 minuts.	**2**	· L'smed fou incorporat
3	**Just in time production**	2	·Assegurar els productes necessaris en el moment adequat	2	·Un dels subsistemes	2	·El JIT amara tot el sistema *Syncro*	2	·Un pilar del sistema ·Es defineix com usar el mínim de recursos de a manera més eficient ·Una manera de pensar	2	·Integrat en el principi de LT curt	2	·cada procés produeix només el que es necessita pel següent procés en un flux continu	**D**	Contemplen el flux continu, dins el flux de material síncron i el OTD (one-time delivery)	**2**	·És un dels 4 pilars del WCM	**0**	

4	**Kanban/Pull system**	E	·Es usat quan és necessari	2	·Kanban per al subministrament de material en quantitat precisa ·Poden ser internes de fàbrica o arribar a proveïdor ·Es fabrica només el que necessita la següent estació	2	·Utilització del principi Pull per connectar processos ·Kanban com a mètode per a la introducció del Pull.	E	·Ús de kanban per reposició	2	·Eliminar malbaratament, mitjançant proveir de material o informació només quan és necessari.	2	·dispositiu simple, i molt visual que el TPS utilitza per demanar la producció o entrega de components, quan es requereixen, és a dir pull.	**2**	·El VSM i els principis pull formen part com a eina.	**2**	·Si, per a poder respondre a les peticions dels clients, garantint productes de qualitat.	**0**	
5	**Pokayoke**	2	·Es descriu com a eina fonamental	2	·Pokayoke: prevenció de falles ·Mistake-proofing: evitar errors per garantir estabilitat	E	·És d'ús habitual ·Es combina amb Estandardització de la qualitat	2	·S'incorpora per eliminar errors i defectes per un funcionament anormal o error	2	·Mitjà o procés, que detecta immediatament un error, o protegeix de la seva ocurrència.	2	·principi o dispositiu que de forma senzilla però creativa i fiable evita els errors i manté la qualitat.	**2**	·Forma part de les eines	**2**	· Definit com a tècnica de prevenció a fi d'evitar possibles errors humans en el transcurs de qualsevol activitat productiva.	**E**	· Incorporació
6	**Production leveling (Heijunka)**			2	·Collar de perles: seqüència que planifica capacitat, baix estoc, alta qualitat, i el més freqüent possible.	2	·Les comandes del client és el cor que fa bategar ·Tothom ha de produir al mateix ritme i seqüència ·Es generen càrregues per a cada tkt	0	·L'objectiu és produir amb el mínim de recursos ·En certes connexions s'utilitzen seqüències	2	Anivellat de la planificació. Períodes fixats d'ordres	2	·base de l'enfocament de TPS per el JIT Tenir les peces necessàries, eliminant la variabilitat, anivellant els volums per permetre un flux suficient llis, continu i eficient	**2**	Utilitzen una programació fixada, seqüenciada i anivellada.	**E**	·Dins el JIT, per poder assolir el zero stock policy	**E**	· Els equips es coordinen i s'autoenllacen de manera anivellada.
7	**Standardized work**	2	·La millor manera d'aconseguir una tasca determinada ·És la base de la millora continua ·Íntimament lligada amb la estabilitat	2	·Base de la qualitat, i lligada a la estabilitat ·Punt de partida de la Millora continua ·Usada per fomentar la participació ·Std del mètode: SOS o HTE amb tasques, temps, seqüència ·Std del material: nivells, llocs, contenidors… ·Std de la informació: panells, indicadors…	2	·L'estàndard crea rutina i compleix amb qualitat i productivitat ·Sense estàndard no hi ha millora	2	·La estandardització és un model i una base per a la producció ·Amb el seu ús, és més fàcil detectar desviacions ·La estandardització pot ser millorada	2	·Un dels elements cabdals ·Clau per crear processos repetitius, que resultin en nivells repetitius de qualitat i rendiment ·Mitjà per involucrar operaris ·Estableix base per millora continua	2	·element clau per a l'assegurament dels processos ·punt de referència per a l'aplicació de la millora contínua.	**2**	·El FPS utilitza el treball estandarditzat com a suport principal per revisar els estàndard de treball, i generar aprenentatge.	**2**	· Utilització del Standard Work per a les 4M · Utilització del Standard Work per a treballs acíclics, amb el Procediment estàndard per al treball. · Utilització de les Job Instructions per als treballs primaris	**0**	

8	**Visual control and management**	2	·Es descriu dins l'estandardització	D	·Utilitzat per ajudar en processos i veure desviacions	2	·Gestió visual dona suport al flux	2	·Fer fàcil observar el treball i detectar normal/anormal, per a reaccionar ·El control visual, es gestiona.	0E	·No explicitat ·Usat de manera no estàndard	2	·Tots els processos I problemes estan clarament identificats perquè puguin ser trobats i utilitzats per totes les persones amb la mateixa facilitat	**2**	Des de el concepte de Factoria Visual, fins a la utilització de panells visuals, el management a través de gestió visual és ben present.	**E**	Definit com a ajuda visual en el WCM	**0**	
9	**5S/Housekeeping**	E	·Utilitzat quan és necessari	2	·5'S clàssiques ·Base de la eficiència en els llocs de treball ·Realitzades amb participació directa	2	·5'S típiques ·Condició prèvia del treball amb estàndards	2	·5'S típiques ·Enllaçat amb gestió visual, seguretat i eficiència	D	·Fan servir organització del lloc de treball, per visualitzar els malbaratements i els fora d'estàndard. ·No existeix amb el nom de 5'S	2	·5'S clàssiques. ·La cultura de la millora contínua és recolzada per les "5S"	**2**	Amb aquest nom: 5'S. Les 5'S i el lloc de treball organitzat és una eina present.	**2**	Les 5S són definides com la metodologia que s'utilitza per assolir l'excel•lència a través de la millora del lloc de treball, en termes d'ordre, organització i neteja.	**E**	· Les 5S es varen incorporar, La utilització de marques i estanteries ordenades és comuna.
10	**Andon**	E	·Utilitzat només a nivel màquina	D	·Anomenat Alarma de Qualitat ·Al detectar un fallo, es para la producció per a que no arribi al client.	E	·Ús ampli	E	·Gestió visual del que és normal/anormal	2	·Senyal per demanar ajuda ·Dona el poder a les operacions de no pasar defectes a la següent operació ·Condueix a la Resolució d Problemes	2	·senyal simple, però altament visible, que mostra l'estat de la producció ·faculta als treballadors assumir la responsabilitat de la qualitat de producció, i poder aturar la producció	**2**	Tant els andon com els panells andon.	**E**	Definit com a ajuda visual en el WCM	**E**	· Ús d'andon com a proto-sistema visual.
11	**Small lot production**	2	·Part del JIT: reduir el tamany del slots de fabricació	2	·Objectiu: one-piece-flow ·Ús de SMED o contenidor-petit	0	·Conseqüència de la sincronització.	2	·Impulsar la producció en lots més petits com a objectiu en si mateix	2	·Política clau, amb l'ajuda del FIFO, containerització i sistemes pull	0	·El lot ha d'estar en consonància amb les necessitats del client	**D**	Estratègia de QCO i lot únic.	**0**	·	**0**	
12	**Time/Work studies**	2	·Ús del SOS (Standard Operating Sheets) i del POS (Process Operating Sheets)	2	·Les tasques, temps i seqüències són representades als SOS	2	·Productivitat molt important	E/2	·Utilització de SOS	D	·Si. A través del SOS, i el JI	2	·Els estàndards són realitzats pels propis operaris	**0**	·	**2**	Ús de la observació (AM, WO, PM, SAF) Mètode de la doble videocàmera	**0**	

					·Els llocs de treball ho són als JI		·Temps i seqüència com un dels actius dels estàndard				·A través de l'anàlisi de la situació actual		·El cost, i els temps són el target del TPS				Anàlisi ergonòmic per tal de reduir temps de cicle.		
13	**Waste elimination**	2	·Treballar amb JIT obliga a eliminar malbarataments ·7 malbarataments: els clàssics	2	·7 malbarataments clàssics ·Tot el que no és VA, és NVA	2	·9 tipus, inclosos els 7 típics ·Reducció de tots els malbarataments coma objectiu	2	·6 malbarataments, anomenats Muda ·Eliminar els muda forma part dels principals objectius ·Tres alternatives: eliminar muda, ó pèrdua oportunitats , ó masses recursos	2	·Els 7 típics, tot i que enfocat a millora continua i creació de fluxe ·Relacions mura-muri-muda	2	·Tant variacions, com sobreproducció, com malbarataments, han de ser eliminats.	**2**	La eliminació del malbarataments és una eina principal. Tot i que no s'anomenen els malbarataments.	**2**	L'objectiu del TIE (Total Industrial Engineering), un dels 4 pilars, és el zero waste	**0**	
14	**Inventory reduction**	2	·Conseqüencia del JIT: reduir el WIP i els nivells d'estoc	2	·La planificació del fluxe de material s'ha de coordinar de manera que disposi d'un estoc mínim, ja que el inventari és malbaratament.	D	·Conseqüència declarada de fluxe encadenat: un pulmó mínim	2	·Minimitzar estoc tant de WIP, com dins els procés	D	·Conseqüència de crear fluxe de processos simples, es redueix inventari i WIP	D	·els costos d'inventari minimitzats són l'objectiu que camina en paral·lel a servir al client.	**E**	Tot i no ser expressament esmentat a la documentació, el fluxe sincronitzat i anivellat porta cap a un inventari petit.	**2**	L'objectiu del JIT, és el zero stock	**0**	
15	**Supplier involvement**			0		0	Es veu com un sistema intern	0		0		2	Toyota ha creat els TSSC, per donar suport als proveïdors	**2**	Ford té una política d'ajuda als proveïdors. Un dels elements que defineixen el TPS és "Relacions d'iguals amb el proveïdors".	**0**	·	**0**	
16	**Takted Production**	2	·El JIT persegueix una línea sincrónica amb la demanda i els proveidors	2	·Takt=Tiempo disponible / num de pedidos ·Temps de cicle fixe: treball amb el mateix ritme per aprofitar de manera òptima.	2	·El tkt del client és el marcapassos de tots els processos, i del *syncro*	2	·Sincronització continua del sistema amb els clients	2	·Gestió per TKT, per establir un fluxe consistent de producció	2	·*Takt time* és el terme donat a un cicle de treball que satisfà la tasca requerida per la demanda de cada client	**0**	·	**E**	Dins el JIT, utilitzant VSM	**0**	
17	**TPM/Preventive maintenance**	2	·Millora global de la disponibilitat i el rendiment de les instal.lacions	E	·Control de mitjans productius	E	·S'usa, però a part del VPS	2	·És un dels pilars	2	·Present amb l'objectiu de millorar rendiment, qualitat i seguretat	2	·El TPM és una vessant del TPS	**2**	Un dels elements importants és l'ús del TPM, per maximitzar seguretat, efectivitat i costos	**2**	És un dels 4 pilars del WCM	**0**	

			·Pilars: Autònom+Preventius+QC-story(A3)+Formació+Gestió coneixement								·Busca la propietat, mesura, i desenvolupar la polivalència dels empleats								
18	**Autonomation (Jidoka)**	2	·El focus de la qualitat està en fer-ho bé a la primera ·La qualitat està enfocada al estàndard i assegurar la qualitat	E	·Al detectar un fallo, es para la producció per a que no arribi al client.	2	·Aconseguir processos perfectes mitjançant una qualitat 0 fallos ·Paro del procés en cas de desviació	2	·Total Quality Management com a pilar	2	·El Build-in-quality és un element cabdal.	2	·"automatització amb un toc humà". La qualitat és supervisada continuament abans del següent procés. ·Si un defecte o error és identificat es tracta immediatament	**2**	Tot i que com a eina, la qualitat a ala primera és present al FPS.	**2**	Integrat com a TQM, un dels 4 pilars, amb l'objectiu de zero defectes.	**0**	
19	**Statistical quality control (SQC)**	2	·Si. A través de QA	2	·Ús del SPC ·Auditories del procés	2	·Control de processos per un sistema de reports estàndard	2	·Eliminar la dispersió per assegurar la qualitat	0E	·Part del procés de control i verificació	0	·Segint els principis de Deming, la qualitat és supervisada de tota manera. ·Però no especificat explícitament	**2**	A aquesta indústria aquesta eina és popularitzada als anys 80 per la pròpia Ford. QPS (Quality Process System)	**2**	Tant l'ús com l'anàlisi estadístic (ANOVA), com el QA, QuOA.	**0**	
20	**Teamwork**	2	·Per a fer kaizen es declara necessari el teamwork	2	·És el primer pilar ·S'encoratja el desenvolupament del equip, la figura del líder, tasques de grup, reunions i avaluació.	2	·L'hi dona molta importància ·La plantilla forma part del eix central de l'empresa (destacat a la portada)	2	·Més que treball en equip, es treballa en cooperació (Kyodo)	2	·El concepte d'equip s'utilitza per la millora continua, del lloc de treball, l'orgull i el creixement personal	2	·Significa estimular el creixement personal i professional, compartir oportunitats per al desenvolupament i maximitzar el rendiment individual i d'equip.	**2**	A la base del sistema, com cap altre.	**E**	La lluita contra els malbarataments i la realització del kaizen és amb participació de tots els empleats	**0**	· Els treballadors s'auto-organitzen, cobrint per exemple l'absentisme. Tenen les seves pròpies reunions de millora.
21	**Work force reduction**	2	·No directament. Pero sí són objectius la reducció de temps de fabricació i optimitzar el balanceig	E	·Tot i no tenir un punt concret, la productivitat és un indicador important. ·El SOS té en un objectiu el nombre i temps dels llocs.	E	·Reducció de costos com a objectiu, tot i que no necessàriament de plantilla	2	·Un dels objectius del kaizen és reduir ma d'obra ·Es vol produir amb la mínima plantilla	0E	·La reducció de costos és un dels objectius	0	·No explicitat	**0**		**0**	·	**0**	

22	**100% inspection**	0	·Al contrari: es defineix un pla, i asegurar el cero defecte	2	·Tot i establir acords de qualitat,hi ha establertes les quality gates on s'asegura una revisió 100%	0	·Hi ha mur de qualitat, però no Quality Gates explícites, exceptuant la darrera.	0	·Inspecció al lloc de treball per evitar defectes	D	·Ús de quality gates per a monitoritzar i assegurar que cada procés és capable de trobar els requeriments definits	0	·No explicitat.	**0**		**0**	·	**0**	
23	**Layout adjustments**		·	D	·Tot i utilitzar spaguetti, comissionat de sets i magatzem únic, no hi ha referència	0	·	0	·	0	·	0	·	**E**	Per al fluxe peça-a-peça i el sistema syncro, Ford no és aliena a les espines de peix.	**0**	·	**0**	
24	**Policy deployment (Hoshin kanri)**	2	·Si. A 3 nivells: top+planta+workshop ·Ús extensiu del S/PDCA per al desplegament ·Ús del catchball	0	·Acord sobre objectius, evaluació col·laboradors i evaliació caps, però sense estructura Hoshin	0	·No descrit	0	·	0	·Tot i tenir un procés de comunicació oberta, no fa la funció de Hoshin	2	·Forma part del concepte de repte i millora continua dins del Toyota Way	**D**	La governança és a la base.	**0**	·	**0**	
25	**Improvement circles**	2	·Ús massiu del S/PDCA per part de tots els empleats i directius	D	·PDCA clàssic ·Utilització dels cercles PDCA per a la solució de problemes/millores	2	·Equips molt actius en la millora continua	2	·A través de PDCA als kaizen	0	·	0	·Tot i que el seu origen també és Toyota, queden dins dels Kaizen	**0**	·	**0**	·	**0**	· No formalitzat amb aquest nom.
26	**Root cause analysis (5 why)**	E	·A través del PDCA	2	·5-why típic	E	·No mencionat a la documentació	2	·Utilització als equips com una eina bàsica	2	·Usat amb la eina de PPS (Practical Problem Solving), on és necessari identificar la causa arrel	2	·Concepte que s'empra per aconseguir un anàlisi i una avaluació	**2**	Queda integrat a les eines PPS	**2**	· S'utilitza per analitzar les causes d'un problema a través d'una sèrie consecutiva de preguntes. S'aplica en l'anàlisi d'errors, anàlisi d'anomalies esporàdiques, o l'anàlisi de les pèrdues crònicques que sorgeixen de causes específiques	**0**	

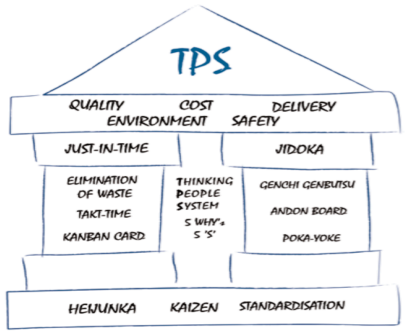
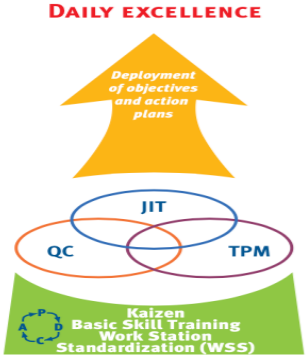
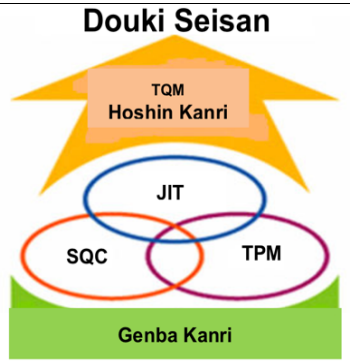
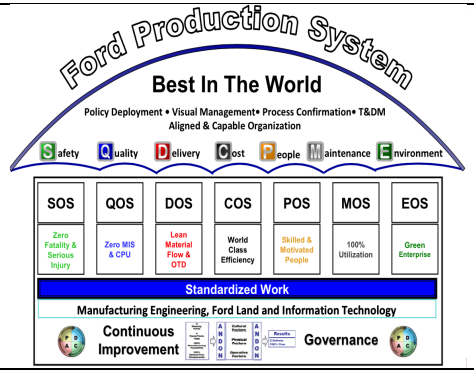
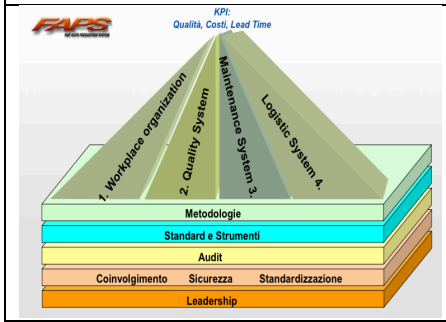
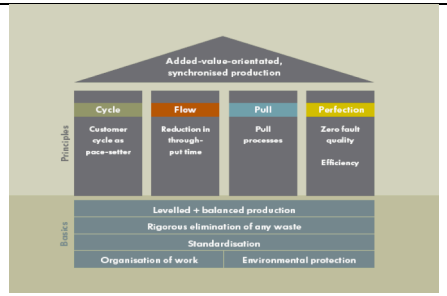
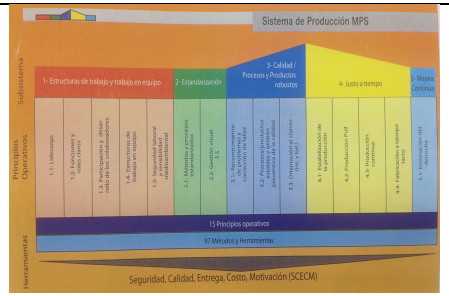
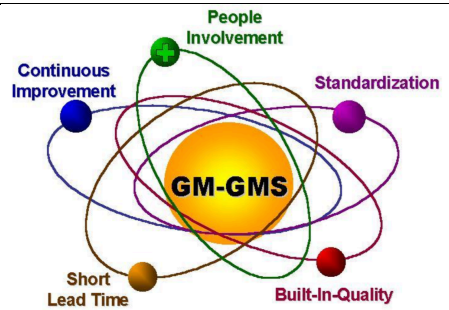
27	**Value stream mapping/flowcharting**			0	No és una eina estàndard	0	Ús esporàdic	0		2	•Ús del VSM tant a planta com en processos administratius.	E	S'utilitza el connection map	**D**	El VSM és una de les eines principals del portafoli del FPS	**2**	· Permet posar en relleu les pèrdues en un procés, ajudant a representar el flux de materials i informació que descriu, en relació a un producte específic, a través de la cadena de valor entre els clients i els proveïdors.	**0**	
28	**Education/Cross training (OJT)**	2	Ús del ILUO per a analitzar Es busca versatilitat i eficiència Si no es potencia, és una debilitat	2	Matriu de qualificació determina polivalència i determina les necessitats de formació	D	La formació metodològica i social per poder complir amb les funcions	2	Formació "directa" a través del Master Trainer System	E	•Es busca assegurar la qualificació necessària de les persones	E	La polivalència i flexibilitat forma part de l'estandardització	**0**		**0**	·	**0**	· Pels propis treballadors
29	**Employee involvement**	2	Requerit a la millora TPM, al QC-story És un dels rols dels managers	2	L'involucració forma part del rol del líder La involucració es dona desde moltes vessants: millores, tallers, tasques d'equip, reconeixement, reunions.	2	El VPS hi dona molta importància Hi vol una participació activa del personal	2	Forma part del TQM, on és necessària la participació de tothom Desenvolupar els Recursos Humans és essencial per arribar al ideal	2	•Es busca crear un ambient "d'orgull" on la gent voluntàriament contribueixi	2	Cada empleat, independentment de la posició, rep el mateix tractament. Toyota tracta d'alimentar un sentiment d'orgull i l'ús del mètode científic al lloc de treball.	**2**	Cada equip té un líder que s'assegura que l'equip participi i dissenyi els propis estàndards. Les reunions dels divendres són per a temes de persones.	**E**	· Focus en augmentar la participació i motivació. · El poder del WCM prové de la participación de les persones.	**0**	· Complert.
30	**Lead time reduction**	2	Conseqüència del JIT	E	No hi ha cap punt concret Però si hi ha intenció, i una sèrie d'iniciatives: collar, fluxe P-a-P, reposició per consum.	2	El VPS requereix de temps de pas més curts, millores en el LeadTime, i més orientació a client	2	Des del JIT és un dels objectius	2	•Un dels elements cabdals	2	Tot el que fa Toyota, és per al temps.	**0**		**0**	·	**0**	· Cotxe un a un.
31	**Cellular manufacturing**	2	Una de les bases: el treball en cel.lules	0	Hi ha equips de treball, però no necessàriament una estabilitat en quant a cèl.lules	E	Si que s'utilitza, però associat a *syncro* i espines de peix.	0		0	•	E	No explicitat, però massivament utilitzat a partir dels 90-00's	**0**		**0**	·	**0**	· Cada grup és una cèl·lula

					Sí que hi ha àrees														
32	**Process synchronization**	2	El JIT pretén una línea tibant i sincronitzada	2	Collar de perles, planificació, fluxe de materials, rutes milkrun i formació sets	2	El takt és la base d'una seqüència de treball cíclica i estàndard Ajuda a veure desviacions	D	Utilització de seqüencies, i per altra banda apaptabilitat a les variacions del programa Ordre de producció SSAR	E	•A través del takt time, i el level scheduling	2	A través del TKT tots els cicles estan sincronitzats amb el client	**2**	FPS ho defineix com els processos i inclús els sistemes, que produeixen un flux continu a través de programació prefixada, seqüencial i anivellada.	**2**	· Per poder servir a client amb zero stock	**0**	
33	**Multi manning**			0		0		0		0	•	0		**0**	·	**0**	·	**0**	
34	**espines peix**			E	Sí, i formació sets	2	Les espines de peix subministren en JIT a la línia Es defineix com la distribució de la producció, amb pre-muntatge i subministrament sincro	0		0	•	E	No explicitat, però massivament utilitzat a partir dels 90-00's	**2**	Per al fluxe peça-a-peça i el sistema syncro, Ford no és aliena a les espines de peix.	**0**	·	**2**	· De fet, varen néixer aquí, per coordinar grups i no tasques.
35	**p-a-p**			2	Cada peça flueix sense interrupció	2	Fluxe P-a-P (entrega directa) com a objectiu per a un subministrament segur i veure les desviacions.	2	Cumpliment perfecte del temps de cicle, i de l'ordre de producció Mantenir un estoc estàndard i mínim, per assolir el P-a-P	0	•El procés de fluxe simplificat condueix cap a aquí, però no està explicitat	2	Fluxe ideal de peces	**2**	Fluxe d'una sola peça, com a eina principal.	**0**	·	**2**	· Per la pròpia naturalesa de la feina, no es realitzen taswues, sinó conjunts sencers, així no hi ha estoc de peça WIP.
36	**Lean**	2	A la propia definició	2	Sí	2	Si. Tot i que enfocat a produir	2	El NPW, és un estàndard global de fabricació basat en els principis del lean management	E	•	2	El TPS es refereix a vegades com un 'sistema de producció *lean*'	**2**	A la definició.	**1**	· S'autodescriu com la versió occidentalitzada de *lean*	**0**	

Taula 52. Compilació de les parametrització dels Sistemes Productius. Elaboració pròpia.

xi. Parametrització de les representacions

A continuació es presenta una compilació de les representacions dels diferents Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil estudiats. Una primera figura mostra la representació visual de cada un d'ells. Una posterior taula, resumeix i estandarditza els continguts de la representació dels sistemes de producció. Com a base de cada sistema representat, s'utilitza la casa TPS. La representació és la sublimació dels principis que regeixen un sistema de producció, al tractar de sintetitzar en un senzill dibuix les relacions, jerarquies i motors que mouen el sistema.

Toyota	Renault	Nissan	Ford
			
Fiat	Volkswagen	Daimler	General Motors
			

Taula 53. Comparativa representació gràfica dels Sistemes de Producció. Elaboració pròpia.

	Toyota	Renault	Nissan	Ford	FIAT	Volkswagen	Mercedes	GM
Base	Estandardització	Estandardització	Estandardització	Estandardització	Estandardització	Estandardització	Estandardització	Estandardització
	Heijunka - Estabilitat			Cero defectes Andon		Anivellació – Producció balancejada		
	Kaizen	Kaizen	PDCA	Millora Continua PDCA	Lideratge e involucració	Eliminació de malbaratament	Millora continua	Millora continua Involucració de les persones
		Estacions de treball Formació i habilitats bàsiques	Genba Kanri (Gestió taller)	Governació	Audit Seguretat Coinvolgimiento	Organització del lloc de treball Protecció ambiental	Estructures de treball Treball en equip	
Pilar	JIT Eliminar Malbaratament Takt time	JIT	JIT	Flux de material *lean* & Entregues a Temps	JIT	PULL Fluxe Takt	JIT	Temps d'entrega curt
	JIDOKA Genchi Genbutsu (Observar per un mateix) Andon PokaYoke	QC-QUALITAT	SQC-QUALITAT	Zero defectes	TQC-QUALITAT	Perfecció	Qualitat Procesos i productes robustos	Qualitat Construit-en-Qualitat
		TPM	TPM	Cero accidents Eficiència Worldclass Habilitats i motivació Utilització 100% Empresa verda	TPM Organització lloc de treball			
Sostre	Objectius Seguretat, Qualitat, Entrega, Cost, Entorn	Desplegament d'objectius i pla d'acció	Total Quality Management	Objectius Seguretat, Qualitat, Entrega, Cost, Gent, Manteniment, Entorn	Objectius Qualitat, Temps entrega, Cost	Producció orientada al valor afegit Producció sincronitzada	Objectius: Seguretat, Qualitat, Entrega, Cost, Motivació	
Cultura	TPS		Hoshin Kanri	Desplegament de polítiques Gestió visual Confirmació de processos T&DM Organització alineada i Capable	TQM			

Taula 54. Similituds i diferències dels Sistemes de Producció respecte a la casa TPS. Elaboració pròpia.

xii. Parametrització dels objectius

Parametrització dels objectius dels diferents Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil estudiats. Com a base de cada sistema representat, per als principis presents als sistemes de producción, s'utilitza el model d'evolució de Nijdam (2010).

	Model evolució	Renault	Nissan	Ford	Fiat	VW	Daimler	GM	Toyota
		Amb l'objectiu principal del sistema hi apareixen dos termes: la qualitat i la producció lean.	***El NPW busca produir vehicles de la més alta qualitat, de la manera més eficient possible.***	***El sistema de producció de Ford va ser creat per crear estandardització i obtenir estabilitat als sistemes actuals de fabricació.***	***L'objectiu final és la política zero: zero malbaratament fruit del TIE, zero defectes fruit del TQC, zero averies fruit del TPM, i zero estoc fruit del JIT.***	***El sistema de VW ha estat dissenyat amb l'objectiu de millorar la qualitat i el compliment de les planificacions, a l'hora que a reduir els costos.***	***El sistema de producció de Mercedes defineix el seu objectiu, de manera global, com a esdevenir una eina de transformació i guia cap a a la excel•lència.***	***L'objectiu principal i és simplement eliminar malbarataments.***	***Els objectius són el SQDCM, és a dir Seguretat, Qualitat, Entrega, Cost i Management (entre d'altres de l'entorn).***
1	**Eliminar els grans problemes que causen malbarataments**	Empoderar a les persones i respectarles		Millora continua Safety	Eliminar qualsevol malbaratament de recursos, temps i energia (Muda). Augmentar la participació i motivació de tots els treballadors;	l'enfocament metodològic del procés de millora contínua.	Estructures de treball i el treball en equip. La millora contínua.	Involucració de les persones. Millora continua	Reducció al mínim dels costos gràcies a un bon retorn de la inversió basada en la productivitat i la fiabilitat.
2a	**Controlar problemes. Crear estabilitat. Asegurar flux push**	Reduir el cost total. Entregar el 100% de la qualitat requerida	Assegurar un ús efectiu dels recursos financers	Assegurament dels processos,	Reduir els costos i augmentar l'eficiència, eliminant temps improductius;	organització coherent i sistemàtica dels processos de treball.	La Estandarització La qualitat, i assolir processos i productes robustos.	Estandarització. Reducció al mínim dels costos	Processos i productes tenen la qualitat integrada
2b	**Aillar problemes. Obtenir flexibilitat**		Millorar la satisfacció del client	100% uptime availability				Built in-quality,	Seguretat tant per als empleats, com els clients i els equips., extenent els beneficis a la productivitat i el cost.
3a	**Gestió per**	Manufacturar els	Garantir la Qualitat				El JIT, just-in-	El lliurament a	

	necessitat client (pull). Problemes no afecten flux	productes en el moment requerit	en tots els productes que seran utilitzats en el següent lloc de treball.				time.	temps, i amb la qualitat esperada,	
3b	**Millora del temps de resposta (LT) Augment de la flexibilitat Flux a tota la supply chain**		Produir els productes que es necessita en el següent lloc de treball en quantitat necessària i en el temps requerit. Això vol dir que l'estoc de productes acabat s'ha de reduir al mínim imprescindible.	Lean material flow i low OTD	Màxima flexibilitat per respondre a les peticions dels clients, garantint productes de qualitat.			Temps de resposta curt	El lliurament a temps, i amb la qualitat esperada.
4a	**Realització de cada comanda/servei individualment i al moment**								Processos detalladament sintonitzats en la seqüència, utilitzant només les quantitats d'articles requerits, i només quan es necessiten.
4b	**Situació ideal**								

Taula 55. Parametrització del objectius dels Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil. Elaboració pròpia.

xiii. Parametrització dels principis

A continuació es presenta una parametrització dels principis dels diferents Sistemes de Producció dels fabricants d'automòbil estudiats. Aquesta taula, resumeix i estandarditza els continguts dels sistemes de producció. Com a base de cada sistema representat, per als principis presents als sistemes de producció, aquest anàlisi es realitza a partir de la Taula 11, a on Shah i Ward (2003) resumeixen els principis *lean* objectiu que apareixen a la literatura.

	Toyota	Renault	Nissan	Ford	FIAT	Volkswagen	Mercedes	GM	Volvo (reflexiu)
JIT / producció de flux continu	2	2	0	2	2	2	0	0	0
Pull / kanban	2	1	2	1	2	2	2	0	0
Tècniques ràpides de canvi	2	1	1	2	2	0	1	1	2
La reducció de tamany de lot	2	2	2	1	0	0	2	2	0
Força laboral multi-funcional	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gestió de qualitat total	2	2	2	2	2	2	1	2	0
Programes de millora contínua	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Manteniment preventiu	2	2	2	2	2	1	1	2	0
Equips de treball auto-dirigits	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fàbrica enfocada a producció	2	2	2	2	2	2	2	2	2
fabricació cel·lular	1	2	0	0	1	1	0	0	2
Mètrics de la capacitat del procés	2	2	0	1	0	0	0	0	0
Reducció del temps de cicle	0	2	1	0	2	2	2	1	0

Programes de millora de la seguretat	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nous equips de procés/tecnologies	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Programes de gestió de qualitat	2	2	2	2	2	2	2	2	2
eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció)	2	2	2	2	1	2	1	1	0
benchmarking competitiu	0	2	1	2	2	1	1	1	0
optimització del manteniment	2	2	2	2	2	1	2	2	1
Estratègia Planificació-programació	1	1	1	2	1	2	2	2	1
Reenginyeria procés de producció	2	2	2	2	2	2	2	1	2

Taula 56. Similituds i diferències dels Sistemes de Producció respecte als principis presents a la literatura. Elaboració pròpia.

xiv. Parametrització dels 14 principis dels TPS

A continuació es presenta una parametrització a partir dels principis i cultura. S'ha pres com a punt de partida els 14 principis de Toyota (Liker, 2004).

		Renault	Nissan	VW	GM	Toyota	Daimler	Fiat	Ford	Volvo
La filosofia a llarg termini	**Principi 1: Decisions directives en la filosofia del llarg termini, inclús a expenses del curt termini.**	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Els processos correctes produiran peces correctes.	**Principi 2: Crear processos de flux continu per fer aflorar els problemes.**	2	0	2	0	2	0	2	2	0
	Principi 3: Fer servir sistemes "pull", per evitar la sobreproducció.	1	2	2	0	2	2	2	1	0
	Principi 4: Anivellar la càrrega de feina (heijunka). (com tortuga, no guineu)	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	Principi 5: Cultura de parar per resoldre els problemes, per aconseguir la qualitat a la primera.	0	2	0	2	2	2	2	1	2
	Principi 6: Estandarditzar és als fonaments de la millora continua junt amb responsabilitat empleats.	2	2	2	2	2	1	2	2	0
	Principi 7: Usar control visual per veure problemes ocults.	0	2	2	2	2	2	2	2	0
	Principi 8: Usar només tecnologia confiable, que serveixi tant al procés com a les persones.	0	0	0	2	2	1	1	1	0
Afegir valor a l'organització amb desenvolupament de les persones i socis productius.	**Principi 9: fomentar líders que comprenguin totalment el treball, visquin la filosofia i ensenyin als altres.**	2	2	1	2	2	2	2	1	2
	Principi 10: Desenvolupar persones i equips excepcionals que segueixin la filosofia de l'empresa.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Principi 11: Mostrar respecte a socis i proveïdors ajudant-los a millorar, i donant reptes	2	0	0	0	2	1	0	2	0
Contínuament resoldre els problemes d'arrel condueix a una organització que aprèn	**Principi 12: Ves i mira per tu mateix per entendre la situació (genchi gembutsu)**	0	0	0	2	2	1	2	1	0
	Principi 13: Pren les decisions amb cura, per consens, considerant totes les opcions, i implementar ràpidament.	0	0	0	0	2	2	2	2	2
	Principi 14: Convertir-se en una organització d'aprenentatge a través de la reflexió implacable (hensei) i la millora contínua (Kaizen).	2	2	2	1	2	2	2	2	2

Taula 57. Similituds i diferències dels Sistemes de Producció respecte als 14 principis de Toyota. Elaboració pròpia.

k. Anàlisi dels sistemes de producció dels fabricants d'automòbil.

Un cop descrits i parametritzats cada un dels sistemes de producció que conformen el treball s'analitzen els resultats obtinguts amb:

1. L'anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura.
2. L'anàlisi de l'esquema d'evolució

i. Anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura

Com s'ha mostrat, per tal d'estudiar-ne el conjunt d'eines i tècniques s'utilitza la taula adaptada de Pettersen (2009), apuntada a la metodologia. En aquest cas adaptant novament la taula als sistemes de producció de les companyies fabricants d'automòbils. En la fase d'estudi d'aquestes companyies fabricants d'automòbils, s'ha utilitzat aquesta taula com a base de comprensió dels Sistemes de Producció:

Eina		RSA	DAIMLER	VW	NISSAN	GM	TOYOTA	FIAT	FORD
1	Kaizen/Continuous improvement	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Setup time reduction	E	D	0	D-0	E	2	2	2
3	Just in time production	2	2	2	2	2	2	2	D
4	Kanban/Pull system	E	2	2	E	2	2	2	2
5	Pokayoke	2	2	E	2	2	2	2	2
6	Production leveling (Heijunka)	0	2	2	0	2	2	E	2
7	Standardized work	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Visual control and management	2	D	2	2	0E	2	E	2
9	5S/Housekeeping	E	2	2	2	D	2	2	2
10	Andon	E	D	E	E	2	2	E	2
11	Small lot production	2	2	0	2	2	0	0	D
12	Time/Work studies	2	2	2	E/2	D	2	2	0
13	Waste elimination	2	2	2	2	2	2	2	2
14	Inventory reduction	2	2	D	2	D	D	2	E
15	Supplier involvement	0	0	0	0	0	2	0	2
16	Takted Production	2	2	2	2	2	2	E	0
17	TPM/Preventive maintenance	2	E	E	2	2	2	2	2
18	Autonomation (Jidoka)	2	E	2	2	2	2	2	2
19	Statistical quality control (SQC)	2	2	2	2	0E	0	2	2
20	Teamwork	2	2	2	2	2	2	E	2
21	Work force reduction	2	E	E	2	0E	0	0	0
22	100% inspection	0	2	0	0	D	0	0	0
23	Layout adjustments	0	D	0	0	0	0	0	E
24	Policy deployment (Hoshin kanri)	2	0	0	0	0	2	0	D
25	Improvement circles	2	D	2	2	0	0	0	0
26	Root cause analysis (5 why)	E	2	E	2	2	2	2	2
27	Value stream mapping/flowcharting	0	0	0	0	2	E	2	D
28	Education/Cross training (OJT)	2	2	D	2	E	E	0	0
29	Employee involvement	2	2	2	2	2	2	E	2
30	Lead time reduction	2	E	2	2	2	2	0	0
31	Cellular manufacturing	2	0	E	0	0	E	0	0
32	Process synchronization	2	2	2	D	E	2	2	2
33	Multi manning	0	0	0	0	0	0	0	0
34	espines peix	0	E	2	0	0	E	0	2
35	p-a-p	0	2	2	2	0	2	0	2
36	lean	2	2	2	2	E	2	1	2
	Total punts	51	52	48	49	45	53	39	48
	% sobre màxim	71%	72%	67%	68%	63%	74%	54%	67%

Taula 58. Eines presents als sistemes de producció de les companyies d'automoció. Elaboració pròpia.

De manera anàloga a la literatura, els sistemes de producció *lean* de les companyies fabricants d'automòbils, no són iguals respecte a les eines i tècniques presents en els seus sistemes. Tot i que s'observa d'entrada una major homogeneïtat en el grup d'eines i tècniques que comparteixen, respecte a la mateixa comparativa feta amb la literatura.

Eines i tècniques.

Les eines presents als sistemes de producció *lean*, són en percentatge:

Probabilitat	Eines/Tècniques (i percentatge de presència)
Entre el 80% i el 100%	Kaizen/Continuous improvement (100%) Standardized work (100%) Waste elimination (100%) Just in time production (94%) Pokayoke (94%) Autonomation (Jidoka) (94%) Teamwork (94%) Employee involvement (94%) Kanban/Pull system (88%) 5S/Housekeeping (88%) TPM/Preventive maintenance (88%) Root cause analysis (5 why) (88%) Process synchronization (88%)
Entre el 60% i el 80%	Visual control and management (81%) Takted Production (81%) Statistical quality control (SQC) (81%) Time/Work studies (75%) Inventory reduction (75%) Production leveling (Heijunka) (69%) Andon (69%) Lead time reduction (69%) Setup time reduction (63%) p-a-p (63%)
Entre el 40 i el 60%	Small lot production (56%) Education/Cross training (OJT) (56%) Work force reduction (44%) Improvement circles (44%)
Entre el 20 i el 40%	Value stream mapping/flowcharting (38%) espines peix (38%) Policy deployment (Hoshin kanri) (31%) Supplier involvement (25%) Cellular manufacturing (25%)
Fins al 20%	100% inspection (19%) Layout adjustments (13%) Multi manning (0%)

Taula 59. Presència d'eines als Sistemes Productius dels fabricants d'automòbil. Font pròpia.

Això suggereix que els sistemes de producció comparteixen un nucli comú d'eines, i que contemplen peculiaritats, que els fan únics dins d'un mateix model. No són una còpia un de l'altre, però tenen molt més que similituds: seguint el Pareto de la taula el 80% de les eines és

compartida per més de la meitat de fabricants, i el 50% de les eines està present al 80% dels sistemes de producció.

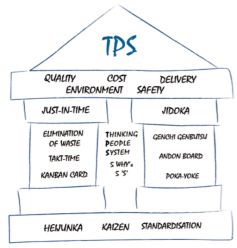
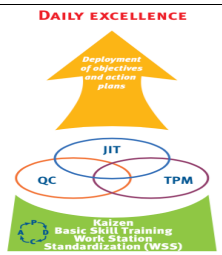
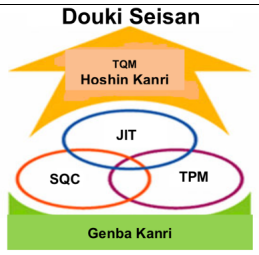
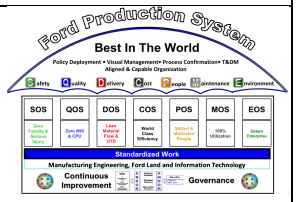
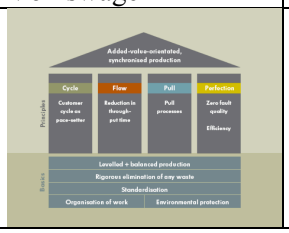
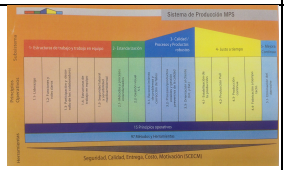
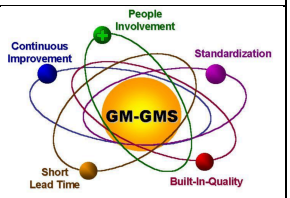
Només un 25% de les eines no té presència majoritària als Sistemes de producció. Entre aquestes s'inclou el Hoshin Kanri (4 cops). Això pot ser degut al propòsit, al objectiu, o al moment dins de l'evolució.

Els objectius i l'època de creació són més homogenis que no pas en la comparativa de la literatura, al ser companyies del mateix sector i globals, i amb una antiguitat similar en relació a l'adopció dels sistemes de producció *lean*. Això deriva en uns sistemes de producció més coincidents tant en les eines que incorporen, com en les eines que no incorporen (i això últim es realment significatiu).

Principis i Cultura

Pel que fa als principis, es recullen i compilen les dades de les taules corresponents a cada sistema de producció, respecte a aquests punts.

Si es comparen les diferents representacions dels sistemes de producció en l'estructura que els hi dona forma, en la substantació, les diferències de forma semblen grans, però les diferències de fons són petites. Aquestes diferències de forma es poden veure tant a la pròpia estructura de la documentació com en la representació que adopten els diferents Sistemes de Producció.

Toyota	Renault	Nissan	Ford
			
Fiat	Volkswagen	Daimler	General Motors
			

Taula 60. Comparativa representació gràfica dels Sistemes de Producció. Elaboració pròpia.

La representació és la sublimació dels principis que regeixen un sistema de producción, al tractar de sintetitzar en un senzill dibuix les relacions, jerarquies i motors que mouen el sistema.

La forma:

Totes les representacions són diferents quant a la seva representació, a exempció de Renault i Nissan per l'aprenentatge mutu dins de la seva aliança. Però totes, excepte GM, tenen la mateixa forma: una base, uns pilars i un sostre. La base potser és d'una peça –com Toyota, Nissan, Renault- o varies peces –com Fiat, Volkswagen o Daimler–, els pilars són columnes –com Toyota, Ford, Fiat, Volkswagen i Daimler–, o són cercles –com Renault, Nissan i GM–, i el sostre potser és una teulada –com a Toyota, Volkswagen o Daimler–, un paraigua –Ford–, una piràmide –Fiat–, o una fletxa –Renault i Nissan–. És a dir responen a un mateix missatge i simbologia, amb formes diferents.

El fons:

I de la mateixa manera que s'ha procedit amb la simbologia de la representació, també es pot fer el mateix respecte els seus continguts, és a dir comparar-los per comprovar les seves similituds. La comparativa es realitza respecte la casa Toyota, a la Taula 54 al estar aquesta referida com a punt de partida al estat de l'art de la literatura.

D'aquesta comparativa de la Parametrització dels 14 principis dels TPS- Toyota respecte als constructors de vehicles, feta a la taula Taula 57, respecte a la casa TPS-, s'extreu que de la mateixa manera que la cultura model és comuna, en la aplicació els principis en si mateixos difereixen.

	RSA	NISSAN	VW	GM	TOYOTA	DAIMLER	FIAT	FORD	VOLVO
Principis TPS	57%	64%	61%	64%	100%	79%	89%	82%	50%

Taula 61. Percentatge de Principis TPS que tenen en comú amb cada Sistema productiu. Elaboració pròpia.

És a dir, en el detall difereixen.

Però els continguts també revelen el mateix fons. La base d'estandardització i kaizen és absolutament present a tot arreu amb els conceptes continguts, així com els pilars de Just-In-Time i Jidoka contenint la mateixa filosofia. El sostre amb els objectius, la majoria coincidents, també és present.

ii. Anàlisi del model d'evolució.

Seguint el model exposat a la metodologia, es destaca aquesta darrera coincidència en les eines que no incorporen, com poden ser: setup (2), que no és necessari mencionar amb un enfocament peça-a-peça, el supplier (15) i el Hoshin-Kanri (24) per estar enquadrats amb uns objectius que per a la majoria no són el seu focus, els ajustos de layout (23), les cèl·lules (31) o el layout en espina de peix (34) que no són necessaris en una estratègia de transició cap a un objectiu de peça-a-peça. L'anàlisi 100% (fins i tot enquadrada en una «quality gate»), també té força coincidència a no ser necessària, assegurant el flux amb pokayoke i SPC, que sí que hi són molt presents.

Al inscriure els sistemes de producció al model circular també es donen uns resultats més homogenis respecte a la literatura:

RENAULT	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 31,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32,	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 29, 30, 32,
Eines no presents			22, 23, 27, 34,	22, 23, 27, 34,	6, 22, 23, 27, 34,	6, 15, 23, 35	15, 35

DAIMLER	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 34,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 34,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 32, 34,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 29, 30, 32, 35
Eines no presents			27, 31,	27, 31,	24, 27, 31,	15, 24,	15, 24,

VW	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 31, 34,	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 29, 30, 32, 35
Eines no presents			2, 22, 23, 27,	2, 11, 22, 23, 27,	2, 11, 22, 23, 24, 27,	15, 23, 24,	15, 24,

NISSAN	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 30, 32,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 29, 30, 32, 35
Eines no presents			22, 23, 27, 31, 34,	22, 23, 27, 31, 34,	6, 22, 23, 24, 27, 31, 34,	6, 15, 23, 24,	15, 24,

GM	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 32,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 30, 32,	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 29, 30, 32,
Eines no presents			23, 25, 31, 34,	23, 25, 31, 34,	23, 24, 31, 34,	15, 23, 24, 35	15, 24, 35

FIAT	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 29	1, 2, 3, 4, 5 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 29, 32	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 29 , 32	1 3 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 29, 32	1, 3, 7, 16, 17, 18, 20, 26, 29, 32
Eines no presents			22, 23, 25, 28, 31, 34	11, 22, 23, 25, 28, 30, 31 , 34	11, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 34	15, 23, 24, 28, 30, 35	15, 21, 24, 30, 35

FORD	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7 , 10 , 13, 26	1, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 20, 26	1, 2 , 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 29, 34	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 29, 32, 34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 29, 32, 34	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 29, 32 , 35	1, 3, 7, 15, 17, 18, 20, 24, 26, 29, 32, 35
Eines no presents		12	12, 22, 25, 28, 31	12, 16, 22, 25, 28, 30, 31	12, 16, 22, 28, 30, 31	12, 16, 28, 30	16, 21, 30

TOYOTA	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	7, 10, 13, 26,	1, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26,	1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26, 27, 28, 29, 31, 34,	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34,	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 35	1, 3, 7, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 26, 29, 30, 32, 35
Eines no presents			19, 22, 23, 25,	11, 19, 22, 23, 25,	11, 19, 22, 23,	19, 23,	21,

VOLVO (1990's)	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
Eines presents	10	5, 9, 10	2, 5, 9, 10, 34	2, 5, 9, 10, 34	2, 5, 6, 9, 10, 34	5, 6, 9, 10, 35	35
Eines no presents	7, 13, 26	1, 7, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 26	1, 7, 8, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31	1, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	1, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	1, 3, 7, 8, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32	1, 3, 7, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 29, 30, 32

Taula 62. Creuament dels sistemes de producció proposats per les companyies constructores d'automòbils amb el model circular. Elaboració pròpia.

Al creuar els sistemes de producció de les companyies constructores d'automòbil, amb el model d'evolució, s'hi observa una progressió. I aquesta evolució es pot veure tant en el pas del temps com en els objectius, i per tant en les eines emprades.

Any	Companyia	push probl	push stb	push loops	pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
2005	FIAT	100%	96%	67%	66%	65%	65%	57%
2006	VOLKSWAGEN	75%	79%	67%	71%	67%	74%	75%
1999	RENAULT	75%	88%	74%	78%	70%	78%	82%
1994	NISSAN	88%	92%	72%	74%	67%	78%	82%
1999	DAIMLER	88%	88%	74%	78%	75%	80%	71%
1995	FORD	100%	88%	72%	67%	70%	77%	73%
1995	GENERAL MOTORS	100%	88%	65%	71%	67%	70%	71%
2001	TOYOTA	100%	96%	72%	74%	80%	85%	93%
1990	VOLVO	13%	13%	15%	12%	13%	13%	7%

Taula 63.Percentatge d'eines descrites per les companyies en cada secció del model circular. Elaboració pròpia.

Observacions:

Els sistemes de producció més antics tenen més presència d'eines en els primers sectors de l'evolució (push probl, push stb), de manera anàloga al que s'ha vist a la investigació de la literatura. Això succeeix amb Toyota i Nissan. I també succeeix amb GM i Daimler, ja que ambdós són una "còpia" d'un sistema més antic. GM a partir de la experiència de Toyota, directament a NUMMI (New United Motor Manufacturing Inc, joint-venture entre GM i Toyota), i Daimler a partir del COS, el Sistema Operatiu de Chrisler, un dels early-adopters. El sistema de Ford va ser inspirat i dissenyat per senseis que provenien de Toyota, així que de la mateixa manera que succeeix a GM, és molt semblant al sistema de Toyota de la època.

Com que el sistema de producció *lean* ha anat evolucionant, en el moment de produir-se les noves adopcions per part de la resta de fabricants, ja no tenien la necessitat de resoldre grans problemes, sinó centrarse en altres objectius. De fet aquests objectius són òbviament bastant comuns contemporàniament per als fabricants d'automòbil. Així els sistemes de producció demostren graus molt semblants d'adopció en cada un dels sectors centrals (loop, spkt, seq/lev).

FIAT, ha estat un dels darrers a incorporarse i ha aplicat el WCM de la ma d'un professor/investigador: Yamashima. En el seu WCM, FIAT començant pels principis bàsics està construint el seu propi sistema, a partir de les millors experiències anteriors.

Renault i Nissan, que es troben dins la mateixa aliança, mostren la proximitat i inspiració que tenen els seus sistemes.

Finalment Toyota constitueix el sistema de producció més evolucionat amb una major presència d'eines i tècniques a prop dels darrers sectors de l'evolució (PaP i ideal).

El contrapunt, i de fet la diferenciació es pot comprovar en els sistemes no *lean* inclosos a l'estudi, com pot ser el de Volvo, que de fet actua com a element de control de la comparativa, amb un grau d'acompliment lean molt baix i, sobretot diferenciat de la resta de sistemes anomenats *lean*. Així la no consideració del sistema reflexiu de Volvo com un sistema de producció lean *per se* és adequada.

	push probl	Push stb	push loops	Pull spkt	pull seq/lev	PaP	ideal
FIAT	100%	96%	67%	66%	65%	65%	57%
GENERAL MOTORS	100%	88%	65%	71%	67%	70%	71%
VOLKSWAGEN	75%	79%	67%	71%	67%	74%	75%
RENAULT	75%	88%	74%	78%	70%	78%	82%
DAIMLER	88%	88%	74%	78%	75%	80%	71%
FORD	100%	88%	72%	67%	70%	77%	73%
NISSAN	88%	92%	72%	74%	67%	78%	82%
TOYOTA	100%	96%	72%	74%	80%	85%	93%
VOLVO	13%	13%	15%	12%	13%	13%	7%

Taula 64. Recorregut del Sistemes Productius. Elaboració pròpia

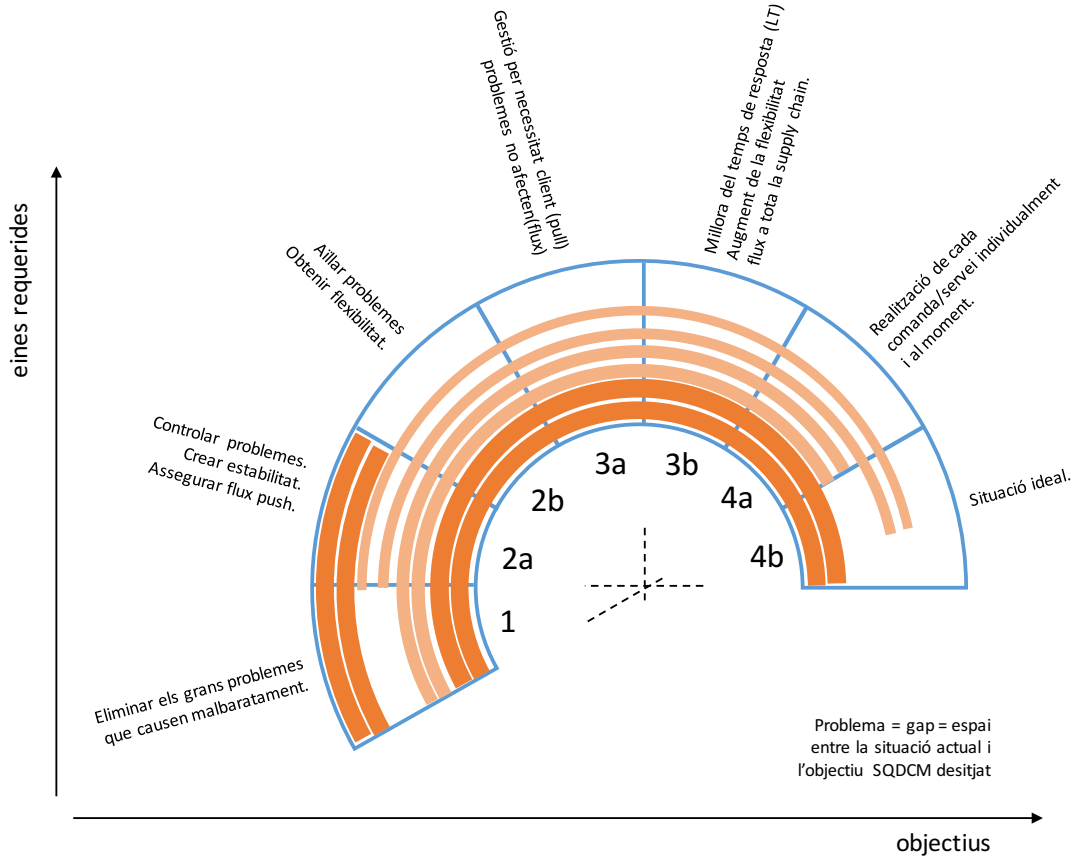


Figura 66. Recorregut dels Sistemes de producció. Elaboració pròpia

7. Anàlisi a través d'un focus group

Finalment, com a darrer punt de la recollida de dades, s'ha utilitzat la metodologia del focus group, per tal de completar la triangulació. El focus group ha tractat tant de discutir i analitzar com, seguidament, de validar o corregir.

Els materials a partir dels quals es confecciona el resultat són les gravacions dels focus group realitzats, i els formularis recollits. No obstant això, el caràcter qualitatiu de la tècnica també atorga importància a les impressions que el moderador va obtenir durant els grups, el que fins i tot pot aportar la informació més valuosa, ja que implica la interpretació qualitativa de les dades. Les dades a recollir van més enllà de les respostes concretes dels participants i inclouen sobretot la interacció grupal dels temes van ser deslligant, i la seva acceptació de les proposicions. (Juan i Roussos, 2010)

En aquest apartat, es descriuen:

1. Primer seguint un patró comú amb la resta d'anàlisis, es parametritzen cada un dels termes en quant a eines i mètodes que conformen el treball, i posteriorment en quant a principis i cultura. En aquesta descripció s'hi troba tant la informació procedent dels formularis obtinguts, com dels comentaris realitzats fruit del debat.

2. Posteriorment es debat, corregeix i valida l'esquema d'evolució.

a. Anàlisi de les eines, tècniques, i principis i cultura.

i. Les eines

Així, el focus group es preguntat individualment per les eines, entre les descrites a la literatura, que pensen que defineixen el lean management. Posteriorment es recullen els resultats i es sotmeten a debat.

	Eina	Tomaz	Szabo-lcs	Priolo	Kateri-ne	Calde-rinha	Nijdam	Jyrki	Aern-douts	Van Driel	Ronza-ni	%
1	Kaizen/Millora continua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
2	Setup time reduction	1	1	1	1	1	0,5	1	1			75%
3	Just in time production	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	95%
4	Kanban/Pull system	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1		85%
5	Pokayoke	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
6	Anlvellament (Heijunka)	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1		80%
7	Standardized work	1	1	1	1	1	1	1	1	1		90%
8	Control Visual i management	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
9	5S/Housekeeping	1	1	1	1	1	0,5	1		1		75%
10	Andon	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1		80%
11	Small lot production	1	1			0,5	1		1			45%
12	Time/Work studies	1	1		1	0,5	0,5	1		1		60%
13	Waste elimination	1	1	1	1	1	1	1	1	1		90%
14	Inventory reduction	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1		85%
15	Supplier involvement	1	1		1	1	1	1	1	1	1	90%
16	Takted Production	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
17	TPM/Preventive maintenance	1	1	1	1	1	1	1	1	1		90%
18	Autonomation (Jidoka)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		90%
19	Statistical quality control				1	0,5	0,5					20%
20	Teamwork	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
21	Work force reduction					0,5		1				15%
22	100% inspection					0,5						5%
23	Layout adjustments	1	1		1	1		1	1	1		70%
24	Policy deployment (Hoshin)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
25	Improvement circles			1	1	1						30%
26	Root cause analysis (5 why)	1	1	1	1	1	1	1	1	1		90%
27	VSM/flowcharting	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1		85%
28	Education/Cross training		1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%
29	Employee involvement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
30	Lead time reduction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
31	Cellular manufacturing	1	1			0,5	0,5			1		40%
32	Process synchronization	1				0,5	0,5	1	1			40%
33	Multi manning			1	1	0,5	0,5					30%
34	espines peix	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1		80%
35	p-a-p	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	90%
36	lean		1	1	1		0,5	1	1	1		65%

Taula 65. Eines seleccionades pel focus group com a presents en un sistema de producció lean. Font pròpia

Com es pot comprovar a la taula hi ha forta correlació entre el percentatge de presència d'eines a la literatura i el percentatge d'eines seleccionades pels membres del focus group.

	Autors literatura 100%	99% - 80%	79% - 60%	59% - 40%	39% - 20%	19% - 0%
Focus group 100%	Kaizen/CI	Producció Takt Teamwork Involucració	Reducció LT Control Visual			
99%-80%	Just in time	Std work Waste eliminar Pokayoke Jidoka	Kanban/Pull TPM Causa arrel-5W Reducció estoc	Formació creuada p-a-p Hoshin kanri VSM		Involucració proveïdors
79% - 60%			5S	Heijunka Andon	SMED espines peix	Ajustos Layout
59% - 40%			Time studies	Lot petit		Multi manning
39% - 20%				Synchro Cercles millora	Cellular manufacturing	
19% - 0%				Ctrl estadístic Reducció llocs	Inspecció100%	

Taula 66. Relació de percentatges de presència d'eines a la literatura i al focus group. Elaboració pròpia

El focus group li dona la mateixa importància, que els diversos autors de la literatura, respecte a la majoria d'eines. És a dir, tenen un percentatge similar de presència en els dos casos. En tot cas, i essent mínimes les diferències, el focus group reforça les eines, donant més importància i, per tant, menys dispersió a les diverses tècniques.

Amb discrepància, i amb més importància a la literatura que al focus group només hi ha dos eines: el control estadístic de la qualitat, i la reducció de llocs de treball.

- En el cas del control estadístic de la qualitat (SQC) s'argumenta durant el debat, i de manera unànime, que tant el control estadístic com la inspecció 100% es troben allunyats del concepte Jidoka, on la inspecció o verificació es fa innecessària.

- En el cas de la reducció de llocs de treball, no hi ha acord unànime respecte si és una eina, una necessitat o una conseqüència. Com a punts favorables a mantenir la importància del terme es troba la reducció de costos que, sobretot des del punt de vista toyotista, forma part de la base primigènia del TPS. Com a punts desfavorables, i per tant motiu per a ser descartada com a eina o mètode integrant d'un model lean, es troben els arguments en que col·lideixen la reducció de llocs de treball amb la involucració de les persones i el treball en equip.

Les eines amb una discrepància més forta entre la donada al focus group, a la descrita pels autors a la literatura, són: la involucració dels proveïdors, i els ajustos de layout.

- En el primer cas, en el debat del focus group, s'emmarca aquest fet amb el també baix percentatge de presència a la literatura del Hoshin i la formació creuada, és a dir, amb la involucració de tota la cadena de valor. S'argumenta que aquests termes són prou novedosos com per no formar part de tota la literatura.

- En el segon cas, els ajustos de layout, també estan relacionats amb l'ús de configuracions d'espines de peix, o inclús de peça-a-peça, on el layout és una eina més que pot ser utilitzada. De la mateixa manera que l'anterior punt, aquest argument, també relativament nou, explica la baixa presència a la literatura, però reforça la seva presència a un model lean.

Així de manera general, al no obtenir resultats gaire diferents del focus group, es validen les eines i tècniques, pel que fa als percentatges descrits a la literatura.

ii. Els Principis i cultura.

Pel que fa als principis, el focus group també es preguntat individualment per les pràctiques, entre les descrites a la literatura, que pensen que defineixen el lean management. Posteriorment es recullen els resultats i es sotmeten a debat.

PRINCIPI	Tomaz	Szabolcs	Priolo	Katerine	Sergio	Wiebe	Jyrki	René	Linda	Roberto	
JIT / producció de flux continu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**100%**
Pull / kanban	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	**85%**
Tècniques ràpides de canvi		1	0	1	1	0,5	1	1	0	0	**55%**
La reducció de tamany de lot	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	**90%**
Força laboral multi-funcional		1	0	1	1	1	1	1	1	1	**80%**
Gestió de qualitat total			1	1	1	1	0	1	1	0	**60%**
Programes de millora contínua	1	1	0	1	0,5	1	1	0,5	1	1	**80%**
Manteniment preventiu	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	1	0	**80%**
Equips de treball auto-dirigits		1	0	0	1	1	0	1	0	1	**50%**
Fàbrica enfocada a producció			0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	**15%**
fabricació cel·lular	1	1	0	0	0,5	0,5	0	0,5	1	0	**45%**
Mètrics de la capacitat del procés			0	0	0,5	1	0	1	0	0	**25%**
Reducció del temps de cicle	1		0,5	1	0,5	0,5	1	1	1	0	**65%**
Programes de millora de la seguretat	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	**80%**
Nous equips de procés/tecnologies			0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	**10%**
Programes de gestió de qualitat	1		0,5	1	0,5	0,5	0	1	0	0	**45%**
Eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció)	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	**85%**
benchmarking competitiu			0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	**10%**
optimització del manteniment			0,5	1	1	0,5	1	0,5	0	0	**45%**
Estratègia Planificació-programació			0,5	0	0,5	1	0	1	0	1	**40%**
Reenginyeria procés de producció			0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	**15%**

Taula 67. Principis seleccionats pel focus group com a presents en un sistema de producció lean. Elaboració pròpia

	Autors literatura 100%	99% - 80%	79% - 60%	59% - 40%	39% - 20%	19% - 0%
Focus group 100%	JIT / producció de flux continu					
99%-80%	La reducció de tamany de lot Pull / kanban	Eliminació colls d'ampolla (suavitzat producció)	Força laboral multi-funcional Manteniment preventiu Programes de millora de la seguretat		Programes de gestió de qualitat	Mètrics de la capacitat del procés
79% - 60%			Programes de millora contínua	fabricació cel·lular		
59% - 40%				Reducció del temps de cicle Tècniques ràpides de canvi		Estratègia Planificació-programació
39% - 20%					Equips de treball auto-dirigits	
19% - 0%					Gestió de qualitat total	optimització del manteniment Fàbrica enfocada a producció

Taula 68. Relació de percentatges de presència de principis a la literatura i al focus group. Elaboració pròpia

En aquest apartat el focus group li dona la mateixa importància, a la majoria de principis, que els diversos autors de la literatura. És a dir, tenen un percentatge similar de presència en els dos casos. En tot cas, quan hi ha una diferencia és en el sentit de reforçar els principis per part del focus group.

Amb discrepància, i amb més importància a la literatura que al focus group només hi ha tres principis: la reducció del tamany de lot, el Pull, i la gestió de la qualitat total. En els tres casos la diferència és petita.

Els principis i pràctiques amb una discrepància més forta entre la donada al focus group, a la descrita pels autors a la literatura, són: la estrategia de planificació-programació, els programes de gestió de qualitat i els mètrics de la capacitat del procés.

- En el primer cas, durant el debat en el focus group, es dona una importància relativa a aquest principi, i en tot cas lligat al principi de producció en flux i la eliminació dels colls d'ampolla, amb una discrepància molt menor.

- Respecte als mètrics de la capacitat del procés, durant el focus group, s'emmarquen juntament amb els programes de millora continua, i com a part de la gestió visual, i no com a principi aïllat. Reduint la discrepància també en aquest punt.

- Respecte els programes de gestió de la qualitat, en aquest punt, la discrepància es manté. S'argumenta durant el focus group que aquests programes formen part del Jidoka, reforçant al seu parer la presència en un model lean.

Principis i cultura al sector de fabricants de l'automoció.

Tots els membres del focus group coincideixen en assenyalar la casa TPS i els 14 principis de Toyota com referència, connexió i ordre, així com als termes culturals bàsics que contenen.

Pel que fa als principis, el focus group també es preguntat individualment per les pràctiques, entre les descrites a la literatura, que pensen que defineixen el lean management. Posteriorment es recullen els resultats i es sotmeten a debat.

Els membres del focus group són preguntats individualment sobre els principis que caracteritzen un sistema de producció *lean*, en els fabricants d'automòbil, segons varen quedar recollits a la Taula 54. Els resultats recollits i sotmesos a debat, han quedat recollits i exposats

	Toyota	Conjunt fabricants	Focus group
Base	X	100%	100%
	Estandardització		
	X	100%	80%
	Kaizen		
	X	25%	85%
	Heijunka-Estabilitat		
		-	-
	Altres		
	X	100%	100%
Pilars	**JIT** **Eliminar Malbaratament** **Takt time**		
	X	100%	60%
	JIDOKA **Genchi Genbutsu** **Andon** **PokaYoke**		
		45%	45%
	Altres **TPM**		
	X	75%	80-75%
Sostre	**Objectius** **Seguretat** **Qualitat** **Entrega** **Cost** **Entorn**		

Taula 69. Comparativa principis casa TPS entre dades recollides automoció i focus group. Elaboració pròpia.

Agrupant per percentatge els principis, recollits pel focus group, i fent la comparació amb els fabricants de vehicles estudiats, els termes culturals expressats a la casa TPS, són ratificats com a essencials per part dels membres del focus group. L'únic dubte podria sorgir amb el Jidoka. El grup expressa l'ambigüitat d'aquest terme, ja que molts dels altres principis exposats formen ja parts del Jidoka.

Respecte als 14 principis la adherència és absoluta.

Així de manera general, al no obtenir resultats gaire diferents del focus group, i en tot cas amb discrepància positiva, es validen els principis i pràctiques, pel que fa als percentatges descrits a la literatura, i per part dels fabricants.

b. Anàlisi de l'esquema d'evolució

El model d'evolució semi-circular, descrit a a metodologia, ha estat sotmès a escrutini i debat per part del focus group. Als membres del focus group se'ls hi proveeix d'una taula amb les eines de cada etapa, la figura del model semi-circular, i les explicacions del origen de les mateixes.

Respecte al model d'evolució *lean* exposat no hi ha discrepància remarcable. Però si hi ha comentaris respecte al seu abast i validesa.

S'exposa que el model d'evolució proposat és el millor model actual, amb les eines i principis presents a la literatura. Però es remarca que aquest model explica la meitat del model de transformació *lean*, el dels sistemes operatius.

Model de transformació lean (LTM)

En aquest model hi ha dos pilars: les millores operacionals efectives (els sistemes de producció actuals), i el desenvolupament de les persones (desenvolupar capacitat).

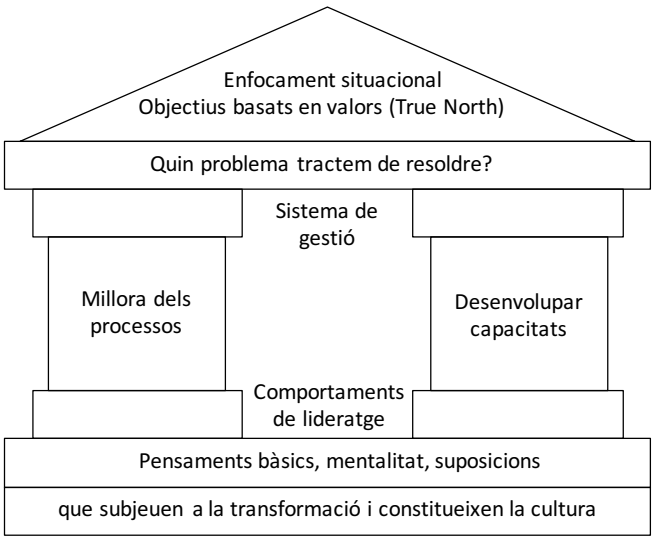


Figura 67. Model de Transformació lean. Shook (2013)

I la quasi totalitat d'eines i principis descrits formen part del primer pilar, i molt poc pel segon. Així el focus group argumenta que manquen eines de formació, capabilitat i desenvolupament durant cada una de les etapes. Aquestes eines complementarien les anteriorment descrites.

S'argumenta que la majoria de models de transformació *lean* realitzats fins la actualitat només descansaven sobre un dels pilars, el de la millora de processos, amb totes les eines, tècniques i

principis necessaris. Així que aquest model es perfectament vàlid per a comparar sistemes de producció anteriors.

Però, d'altra banda, en el futur caldrà ampliar el model amb les eines i tècniques per desenvolupar les capacitats de les persones, és a dir maximitzar i optimitzar no només els processos, sinó també l'aprenentatge.

Un model per als sistemes de producció lean

Els membres del focus group reconeixen i accepten el model de Shook (2013), com a estructura per a realitzar una transformació lean. En destaquen que aquest model proposa una aproximació única a cada cas (un enfocament situacional), i que una de les coses que s'obté de l'aplicació del model de transformació és un sistema de gestió: en aquest cas en concret un sistema de producció. I com que és un enfocament diferent per a cada situació, el sistema obtingut també pot ser diferent.

El grup conclou que els models de transformació, com el model d'evolució proposat en aquest treball, assoleixen i expliquen els diferents sistemes de producció. I que en el futur caldrà que siguin complementats amb les eines i tècniques corresponents al desenvolupament de la capacitació.

Tal i com s'ha descrit, per part dels membres del focus group no s'objecta al repartiment de les eines i tècniques als diferents segments.

8. Contrast de proposicions i implicacions. Conclusions.

Tal i com s'ha descrit en el problema d'investigació, el punt de partida és la existència d'un conjunt de sistemes de producció, dels fabricants d'automòbil, basats tots ells en el *lean management*, sense conèixer a priori si responen realment a un model únic d'adopció del *lean*, quines similituds tenen, o com han evolucionat al llarg del temps.

Així s'han suggerit unes proposicions per ser provades o refutades.

a. Proposició P1: Malgrat el nombre d'eines i tècniques lean, hi ha un conjunt d'aquestes eines i tècniques que caracteritzen qualsevol sistema de producció lean de la literatura.

La primera proposició suggereix que els sistemes de producció descrits a la literatura poden ser representats per un conjunt comú d'eines que tots comparteixen i els poden definir. És a dir, a pesar de les seves diferències hi ha un conjunt d'eines que els podria descriure a tots.

Del simple anàlisi dels grups d'eines per autor (Taula 30), es podria afirmar que Pettersen (2009) tenia raó. I que efectivament un conjunt d'eines determinat no pot caracteritzar el que es defineix com a *lean*, sinó que aquesta definició és variable segons autor. Contràriament, els sistemes de producció *lean* sí que caracteritzen a unes eines determinades. Com són segons el percentatge de presència: Kaizen/Continuous improvement (100%), Setup time reduction(100%), Just in time production (89%), Kanban/Pull System (89%), Pokayoke (89%), Production leveling (Heijunka) (89%), Standardized work (89%), Visual control and management (89%), 5S/Housekeeping (89%), Andon (78%), Small lot production (78%), Time/Work studies (78%), Waste elimination (78%), Inventory reduction (78%).

A l'anàlisi de les definicions lean a la literatura s'ha constatat que encara que no hi ha una relació estàtica dels sistemes de producció, si que al creuar els sistemes de producció d'aquests autors de la literatura amb el model d'evolució (Taula 35), s'hi observa una progressió. I aquesta evolució es pot apreciar tant pel que fa al pas del temps, com als objectius i, per tant, a les eines emprades. Els membres del focus group tant de manera individual com durant la discussió, arriba a la mateixa conclusió, i no conclou que un únic grup d'eines i tècniques pugui caracteritzar qualsevol sistema de producció lean.

Aquesta evolució queda recollida a la Taula 36, amb el percentatge d'eines descrites per la literatura en cada secció del model circular.

D'aquestes taules s'observa que els autors amb obres més recents, Shook (2015), Jones (2015) obtenen els percentatges més alts en totes les etapes, autors també recents com Liker (2004) i Dennis (2002) obtenen percentatges més alts en les darreres etapes, mentre que la resta d'autors es troba en posicions intermitges, o de transició.

Cal destacar els autors pioners, com el propi Ohno (1978), Shingo (1984), Schonberger (1982), que tenen percentatges més alts en les primeres etapes, i molt baixes a la resta d'etapes. Però

les pròpies obres d'Ohno, Monden, Womack i Jones, per citar-ne algunes, evolucionen i en successives edicions dels seus llibres, o revisions de la seva obra, hi han afegit fins i tot capítols sencers, mostrant, doncs, aquesta evolució.

Així es pot concloure que hi ha un únic model *lean*, però no hi ha un únic sistema de producció *lean*, a la literatura.

> ***Malgrat el gran nombre d'eines lean, sí que hi ha un conjunt d'aquestes eines que caracteritzen un model i, també, un sistema de producció, que queda caracteritzat pels objectius que pretén assolir el propi sistema.***
>
> ***Hi ha un únic model, però diferents sistemes de producció. Cada sistema, delimitat pels seus objectius, tindrà un conjunt particular d'eines i tècniques.***

Així la diferencia, pel que fa a eines i tècniques, entre els diversos sistemes de producció descrits a la literatura és bàsicament d'**objectiu** i no de **contingut**. Essent aquest coherent i predictible en gran mesura.

b. Proposició P2: Les companyies comparteixen les mateixes eines i tècniques en els seus sistemes de producció.

El Sistemes de producció basats en *lean* management, han estat profusament estudiats, des del TPS fins al darrer sistema de qualsevol organització, tant en les seves eines/tècniques com en els diferents resultats, i a més, fent que els seus continguts siguin coneguts.

Per tal d'estudiar-los, segons la metodologia descrita, s'utilitza la taula adaptada de Pettersen (2009), com un recull del conjunt d'eines i tècniques, entre els més referits i recents de la literatura. En aquest cas adaptant novament la taula als sistemes de producció de les companyies fabricants d'automòbils, amb les recomanacions del focus group.

En la fase d'estudi d'aquestes companyies fabricants d'automòbils, s'ha utilitzat la Taula 52 com a base de comprensió dels Sistemes de Producció:

De manera anàloga a la literatura, els sistemes de producció *lean* de les companyies fabricants d'automòbils, no són iguals respecte a les eines i tècniques presents en els seus sistemes. Tot i que s'observa d'entrada una major homogeneïtat en el grup d'eines i tècniques que comparteixen, respecte a la mateixa comparativa feta amb la literatura.

Un anàlisi de les eines presents als sistemes de producció *lean*, a la Taula 59 en percentatge, ja suggereix que els sistemes de producció comparteixen un nucli comú d'eines, amb peculiaritats, que els fan únics dins d'un mateix model. No són una còpia un de l'altre, però tenen molt més que similituds: recordem que un Pareto de la taula mostra un 80% de les eines compartida per més de la meitat de fabricants, i el 50% de les eines està present al 80% dels sistemes de producció. Això deriva en uns sistemes de producció més coincidents tant en les eines que incorporen, com en les eines que no incorporen (i això últim es realment significatiu).

Al creuar els sistemes de producció de les companyies constructores d'automòbil, amb el model d'evolució semi-circular -Taula 63-, s'hi observa una evolució. I aquesta evolució es pot veure tant en el pas del temps com en els objectius, i per tant en les eines emprades.

Els sistemes de producció més antics tenen més presència d'eines en els primers sectors de l'evolució (push probl, push stb), de manera anàloga al que s'ha vist a la investigació de la literatura. Això succeeix amb Toyota i Nissan. I també succeeix amb GM i Daimler, ja que ambdós són una "còpia" d'un sistema més antic, Toyota i Chrysler respectivament. El sistema de Ford va ser inspirat i dissenyat per senseis que provenien de Toyota, així que de la mateixa manera que succeeix a GM, és molt semblant al sistema de Toyota de la època.

Durant la discussió el focus group si que reforça, i posa en valor, precisament la gran influència que ha tingut i té Toyota, vers la resta de sistemes, fet que provoca un alt grau de comunalització entre els sistemes.

Alguns dels comentaris recollits:
"Toyota els ha forçat a fer-ho, i els ha ensenyat a tots"
"Tots copien del TPS"
"Més comunament a automoció, menys comú en altres sectors, Tecnologia per exemple"
"Les etapes de desenvolupament han de ser diferents"
"És molt cert, però no al 100%"

Com que el sistema de producció *lean* ha anat evolucionant, en el moment de produir-se les noves adopcions per part de la resta de fabricants, ja no tenien la necessitat de passar per les

primeres etapes, sinó centrar-se en altres objectius. De fet aquests objectius són òbviament bastant comuns contemporàniament per als fabricants d'automòbil. Així els sistemes de producció demostren graus molt semblants d'adopció en cada un dels sectors centrals (loop, spkt, seq/lev).

El contrapunt, i de fet la diferenciació es pot comprovar en els sistemes no *lean* inclosos a l'estudi, com pot ser el de Volvo, que de fet actua com a element de control de la comparativa, amb un grau d'acompliment lean molt baix i, sobretot diferenciat de la resta de sistemes anomenats *lean*. Així la no inclusió del sistema reflexiu de Volvo com un sistema de producció lean *per se* és adequada.

> ***Així doncs a la proposició que sobre si les companyies comparteixen les mateixes eines i tècniques en els seus sistemes de producció, tant la investigació com el focus group dels grups d'experts hi respon d'una manera negativa, ja que són diferents i depenen del objectiu.***

Com més semblant és l'objectiu, més semblant és el sistema de producció. Els sistemes de producció lean formen part del mateix model, però no tots estan centrats en el mateixos sectors del model circular, ni han tingut en el passat uns objectius iguals, i això els fa ser diferents.

Però tot i que els sistemes de producció no són iguals, la majoria d'eines i tècniques són compartides per tots els sistemes *lean* estudiats. Això ve donat per dos motius: el primer és l'evident influència comuna que exerceix el TPS de Toyota i el benchmark constant de les millors pràctiques entre les companyies. El segon és degut a tenir objectius propers pel que fa als sectors 2b, 3a, 3b i 4a, lo qual afavoreix que es trobin compartint la majoria d'eines.

c. Proposició P3: Les companyies comparteixen els mateixos termes culturals en els seus Sistemes de Producció.

Aquesta proposició pretén constatar el grau de convergència o divergència entre les diferents versions del sistema de producció i, també, com comparteixen un conjunt d'assumpcions i prescripcions o, per altra banda, com constitueixen una estratègia diferenciada, aportant quelcom diferent.

Des que el terme *lean* existeix, diversos autors han discriminat el *lean* entre eines i cultura, i Shah i Ward (2007) ho han recollit. Pettersen (2009) i Hines (2004), com s'ha comentat, conclouen que són dos plans que coexisteixen, i Hines va més enllà i diu que estan relacionats, tal i com s'ha descrit a la discussió.

La cultura queda definida dins els sistemes de producció en la pròpia definició, potser en la declaració d'intencions dels objectius no quantitatius, i sobretot en els principis i en la representació il·lustrada.

Si es comparen les diferents representacions dels sistemes de producció en l'estructura que els hi dona forma, -Taula 60- en la substantació, les diferències de forma semblen grans, però les diferències de fons són petites. Aquestes diferències de forma es poden veure tant a la pròpia estructura de la documentació com en la representació que adopten els diferents Sistemes de Producció.

Però on totes les representacions coincideixen és en els conceptes dels elements principals de la representació de la casa TPS, adoptada com a model per la literatura i el focus group. De fet la majoria de models reprodueixen el model de la representació d'una casa o temple. A on si que hi presenten diferències és només amb els conceptes afegits que alguns sistemes de producció hi incorporen a la seva representació.

Però tot i així tots els elements principals coincideixen en la forma i en el fons.

Per altra banda de la comparativa de la Parametrització dels 14 principis dels TPS- Toyota respecte als constructors de vehicles, feta a la taula Taula 57, s'extreu que de la mateixa manera que la cultura model és comuna, en la aplicació els principis en si mateixos difereixen.

És a dir, en el detall difereixen, tot i compartir els principis culturals, com es resumeix a la Taula 69. A això cal afegir, que durant la discussió del focus group, es dona un alt grau de dependència del sistema operatiu envers la cultura. Alguns dels comentaris realitzats: *"En realitat no són iguals, quan les cultures són diferents", "La cultura diferencia els resultats de les companyies".*

Així encara que la forma pot ser lleugerament diferent, el fons de la representació del sistema té els mateixos elements: base, pilars i sostre. I aquesta dona aixopluc als mateixos termes culturals, com són la estandardització (100%) i la millora continua (100%) a la base, presents a tots els sistemes estudiats; el JIT (100%) i el JIDOKA (100%) com a pilars també hi són presents a tot arreu. Finalment es poden observar els objectius (75%) al sostre de quasi tots els sistemes estudiats.

Els únics punts on es difereix, és a l'estabilitat (25%), que en molt casos queda inclosa dins el terme estandardització en d'altres sistemes de producció; tanmateix poden manifestar-se divergències en les particularitats de cada sistema de producció amb punts propis com el TPM,

tot i que aquest també pot ser inclòs en el JIDOKA. Aquests matisos es porten a la aplicació pràctica en els principis.

> ***Així doncs, aquesta investigació dona suport a la proposició segons la qual les companyies comparteixen els mateixos termes culturals en els seus Sistemes de Producció, al tenir una semblança quasi total tant pel que fa al fons de la representació, com als principis i pilars compartits per tots ells. Aquest fet es compartit també pel focus group.***

L'aplicació pràctica del *lean* no és pot fer de qualsevol manera. Hi ha unes passes que van davant d' altres. Així que els aspectes clau i les raons del per què aquests aspectes són claus, el que vindria a ser el component cultural, són semblants.

d. Proposició P4: Tot i ser sistemes de producció propis i únics per a cada companyia, els sistemes de producció responen a un mateix model *lean*.

Els resultats obtinguts en les anteriors proposicions venen a corroborar el que els autors abonats a les teories de convergència (Netland (2013), Gerpisa (1998b), Bartezzagui (1999), Muffatto (1999), i Llorente (2012)) apuntaven, ja que la investigació està confirmant que els sistemes de producció convergeixen en la mateixa direcció i cap a un sol model basat en el TPS/*lean*, que conté tots els trets característics dels sistemes *lean*.

Tal i com s'assenyalava, l'adopció, i promoció, dels mateixos estàndards ISO per part de la indústria de l'automoció en general, el relativament petit nombre de fabricants, la externalització cada cop més acusada, una homogeneïtzació en les demandes dels clients, juntament amb la pròpia globalització, han portat als diversos sistemes a convergir en un model proper al de Toyota. A això, s'hi afegeix el fet que el propi sistema de Toyota també ha evolucionat, "ajudant" a aquesta convergència.

És un sector on la velocitat de propagació és molt alta. Tant pel que fa a les innovacions (l'ABS o l'airbag per exemple) que és ràpidament adoptada, com a un nou segment (els crossovers) que és ràpidament imitat, com a un producte (vehicle híbrid) que és ràpidament replicat. I del que passa dins de les plantes es pot dir el mateix, amb l'adopció ràpida de tecnologia (IT, tall per làser, embotició en calent, per posar alguns exemples). A això cal afegir la creació de joint-ventures i plataformes comunes que propicien un ús de sistemes compatibles i comuns.

Però per altra banda, les necessitats i la història de cada organització són diferents, inclús a nivell de cada planta individualment. A més la gran quantitat de recursos disponibles per les companyies fa que la simple còpia entre organitzacions no sigui necessària; de fet, cada una d'elles pot desenvolupar un sistema adaptat a les necessitats. A aquests arguments tècnics se'n afegeix un que apel·la a l'orgull de cada organització, per be que la competitivitat del sector pot fer que sigui difícil acceptar solucions no pròpies.

Al confrontar els arguments de la literatura en consideració els motius de convergència de models, respecte el model d'evolució exposat, s'obté unes diferències d'eines i tècniques enquadrades en una etapa o altre depenent dels objectius, amb els mateixos termes culturals, i els diversos sistemes continguts en un model general TPS/*lean*.

Analitzant el resultat obtingut a les diverses proposicions anteriors i la feina realitzada en el focus group en els aspectes d'eines i cultura, , es conclou que la convergència és alta. No és que tots els sistemes i models estudiats a l'automoció siguin iguals, és que convergeixen vers un model de la mateixa manera. Fent un símil amb el seu producte, és com si tots es volguessin diferenciar, dient que porten ABS.

> ***A pesar de compartir eines i principis, els Sistemes de Producció són diferents entre si quant a la forma, creant un millor sistema per a cada fabricant –"own best-way"*** (Netland T. , 2013)– ***però totalment compatibles respecte un únic millor model universalista, es a dir, l'anomenat "one best-way", que respon al model lean.***

El que és igual en tots els Sistemes de Producció, és la cultura, ja que comparteixen els mateixos principis. I el que és diferent a cada Sistema de Producció és la adaptació en el seu medi (intensitat de la cultura) respecte uns objectius (segment del model).

Aquests diferents Sistemes de Producció, un cop han adoptat la cultura TPS/*lean* com a requisit, ja s'han integrat en un únic model, que possibilita tant la convergència dels diversos sistemes, com la seva evolució. Això dona resposta a aquesta proposició d'una manera positiva.

e. Proposició P5: Els Sistemes de Producció es mouen cap a la convergència

Però la obtenció d'aquest model únic –com es va exposar a l'estat de l'art, en relació als moviments de convergència i divergència– es pot obtenir de diverses maneres i, les que més interessen, deriven de la convergència fruit d'un benchmark o una evolució dels propis sistemes de producció. És a dir que, aquesta convergència demostrada certa, té dues opcions obertes: convergència cap al model de TPS/*lean* conegut o a un model TPS/*lean* hibridat amb d'altres.

No resulta fàcil determinar quina de les opcions es la que respon a la realitat, ja que de la mateixa manera que el TPS ja portava una evolució –com es pot veure a la Figura 56– en el moment en que va ser exposat a la llum pel propi Ohno, és evident que aquest ha continuat evolucionant –veure Taula 38-. Però poder discriminar la font "d'inspiració" és difícil.

Per una banda, tal i com descriu (Netland T. , 2013), les rutines no només es creen; sinó que creixen amb el temps, i basant-se en el coneixement acumulat en contextos específics anteriors. Els sistemes existents serveixen com una plantilla per als nous, en una evolució constant.

Per altra banda, tal i com descriu Muffatto (1999), Toyota ha ressaltat els seus principis més humanístics en el "Toyota Way" (2001) amb un enfoc molt semblant al pres en consideració en el model Volvo, apareixent algunes de les seves innovacions sòcio-tècniques en el seu propi sistema de producció. De forma coincident o no.

Així, aquesta darrera qüestió, referent a la evolució per hibridització o sols per aprenentatge, queda oberta, tot i que les entrevistes realitzades a ex-mànagers Volvo, apunten a aquesta migració de Volvo cap a Toyota, via Einsdach (Alemanya, GM-Opel).

També és interessant destacar la convergència en la terminologia. Començant per l'ús de la pròpia paraula *lean*, que abans es defugia. Quan es va començar a desenvolupar aquests sistemes, aquest terme, i d'altres, s'amagava. I es donaven noms singulars (Global Production System, ... World Class Manufacturing...) per a poder definir-los com a sistemes originals.

Algunes vegades s'ha volgut veure en els revessos que ha tingut la pròpia Toyota, el reflex de la decadència i caiguda del sistema al que li dona el nom. Volkswagen, just ara que sembla que serà el fabricant número u, acaba de "confessar" que els seus sistemes de producció són basats en el *lean*, el que reforça encara més la convergència.

Evidentment els sistemes tenien una clara inspiració –o còpia– en el TPS de Toyota, però feien servir termes propis, tant per a la metodologia/filosofia com per les eines. En comptes de 5'S, kaizen, estàndard work,... es feien servir termes propis amagant l'origen. Però, amb el temps, cada cop més es fan servir els termes "estàndards". Hi ha moltes explicacions per aquest gir, que es podrien provar de desgranar, però la primera es que la pròpia societat (universitats, formacions externes, consultors, certificadores,...) ha adoptat el *lean* com un estàndard més, que fa que ja no calgui amagar-se d'haver "seguit" a Toyota.

Tal i com han confirmat tant les entrevistes com el Focus group, els Sistemes de Producció es mouen contínuament per assolir els objectius marcats, i prenent com a base la situació inicial. Així es produeix una convergència contingent respecte al objectiu.

> ***Així de manera afirmativa, es conclou que tots els sistemes de producció es mouen i convergeixen contínuament. La pròpia Toyota admet haver copiat la metodologia de Deming inicialment per al seu TQM, i la metodologia de 6-sigma pel QIP, així com inspirar-se en els models humanístics europeus –i de Volvo particularment- per al seu propi procés d'humanització. I és evident que tots tenen un ull posat a Toyota.***

f. Conclusions finals

En aquest treball de investigació, es planteja el concepte de *lean* com a model per a un sistema productiu i s'analitza la seva evolució en el temps a partir de les característiques concretes de la seva aplicació a distintes companyies que l'han adoptat en el mon que l'ha vist néixer: l'automoció. Tanmateix, s'analitza la evolució dels diferents sistemes productius d'aquestes companyies, per tal de conèixer cóm ha anat canviant amb el temps, tot el que caracteritza aquests sistemes, i concloure si aquesta evolució ha suposat una convergència cap a un model *lean* únic.

Un sistema productiu no és més que una solució contingent del model *lean*, davant d'un objectiu. I això comprèn una determinada profunditat en els principis i la cultura i l'ús d'unes eines. Així doncs, què es el que fa que un sistema productiu pugui considerar-se com a *lean*? Al llarg d'aquest treball s'ha establert que, la evolució que ha tingut lloc ens porta a afirmar que es tracta de l'ús dels principis, i no pas les eines, com semblava en els primer temps, tot i que un sistema *lean* ha de contenir les eines *lean* necessàries i concretes que l'ajudin a assolir el seu objectiu en un moment donat.

Els objectius, per tant, passen a ser un element clau en la definició d'un sistema com a *lean*, malgrat que puguin tenir diferencies notables. Els objectius han de ser prou amplis per a poder encabir des de plantes i unitats antigues i dedicades, fins a greenfields amb flux peça-a-peça. Per això els sistemes de producció més evolucionats poden semblar més filosòfics o culturals, perquè necessiten utilitzar principis i conceptes que comprenguin més eines i objectius, i els menys evolucionats poden semblar més concrets o basats en les eines. Però en tots els casos es troben presents els principis del *lean*/TPS, la base indispensable per avançar.

Tot això ha desencadenat un anàlisi en profunditat de l'evolució del concepte *lean* tan des del punt de vista de la literatura, com el de les companyies que l'han adoptat –els constructors d'automòbils en aquest treball– que, finalment, no han manifestat diferencies prou importants. Per ratificar les conclusions d'aquest anàlisi, en aquest treball d'investigació, s'ha inclòs uns tercera font: un focus group d'experts que ha opinat i arribat a les seves pròpies conclusions.

L'evolució del concepte i continguts del que anomenem *lean* es pues un element clau que hem plasmat en el que hem anomenat *model circular*. La investigació, a mida que ha anat avançant, ha suposat la elaboració d'aquest model, que mostrem a la figura 66, com a eina per l'anàlisi de la evolució dels sistemes productius. El model circular es doncs un resultat molt important d'aquest treball d'investigació i la seva utilització ha estat fonamental per extraure'n conclusions de l'evolució dels sistemes productius dels fabricants d'automòbils, així com de la possible convergència d'aquests cap a un model *lean* únic.

L'esmentat model circular mostra, en efecte, que el sector de l'automoció, més madur en termes *lean*, ha anat evolucionant des d'uns objectius, i per tant unes eines, cap a uns altres objectius i segments del model d'evolució circular. Així, Toyota, l'origen del sistema *lean*, descriu, per mitjà d'Ohno, el seu sistema de producció dins els segments 1, 2 i 3a de l'esmentat model. Fins i tot Monden, que descriu els principis i la representació del sistema per mitjà de la casa de Toyota, no albirà més enllà. Shingo va pel mateix camí. Però amb Womack i Jones es dona un important salt endavant, difonent el que no s'intuïa més enllà d'aquelles primeres eines, la cultura i principis que donen via lliure per completar l'evolució cap al flux perfecte de valor. Fins aquell moment la definició més repetida és que *lean* s'enfocava a l'eliminació dels malbarataments. Els *senseis* de Toyota i la literatura posterior (Liker i Shook, especialment) redefineixen aquesta asserció per centrar-la en la creació de flux de valor.

Per altre banda i constatant la clara evolució que ha tingut lloc amb el temps, manifestada en el model circular, els Sistemes de Producció "avançats" –molt centrats a l'automoció– es troben als quadrants 3a, 3b, i 4a. Els sistemes antics conserven també els segments 1, 2a i 2b, però els més nous ja no. No és que no els necessitin, però en molt menor grau, i assolits per una altra via. Així, per exemple, el TPM, àmpliament utilitzat, no apareix en molts d'ells, lo qual és simptomàtic. La realitat es que el TPM no és ja el focus actual. Queda integrat a eines i principis més amplis que ja el cobreixen. Es el cas, també, de la gestió visual, que cobreix les 5'S, o la política de lot petit i, fins i tot, el propi SMED, tant innovador i impactant en estadis primerencs, ara queda inclòs en la pròpia estandardització.

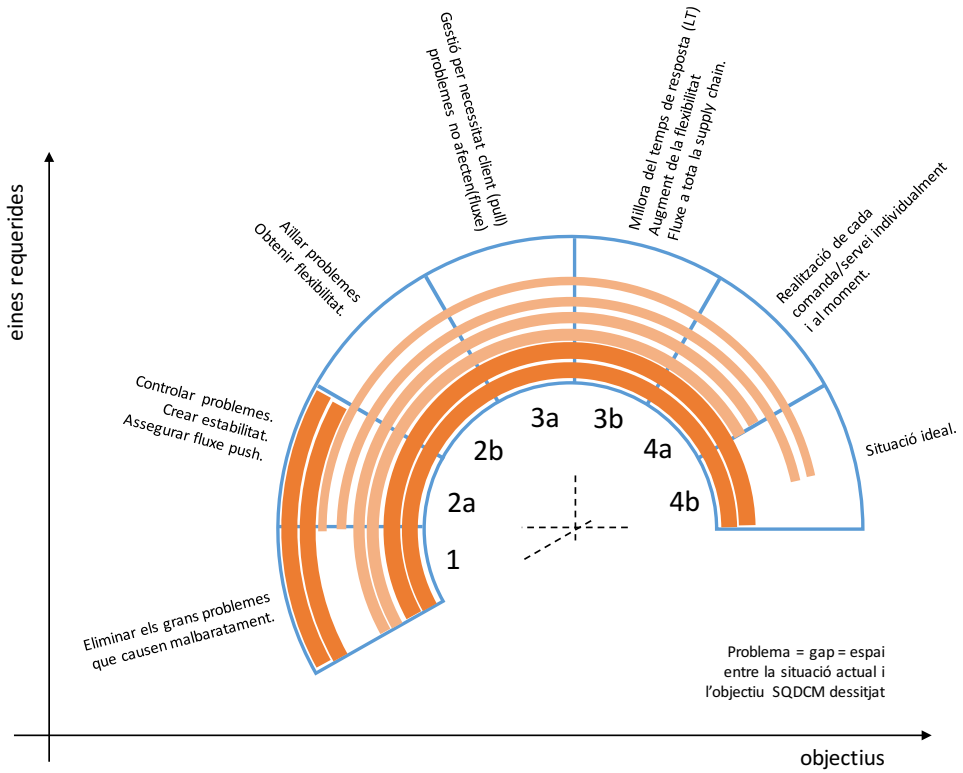


Figura 66 .El model circular de la evolució dels Sistemes de producció. Elaboració pròpia

Contràriament, sectors més novells –com el cas dels hospitals o de l'hostaleria– poden construir sistemes productius basant-se només amb les eines del 1-2a-2b però, en el futur, amb organitzacions molt més madures, podran adoptar llavors sistemes productius que persegueixin fins i tot el flux pacient-a-pacient. Un altre exemple d'aquesta evolució plasmada al model circular es el *Hoshin Kanri* que, als inicis, no tindria sentit incloure'l; en canvi, serà imprescindible més endavant per sostenir esforços i adoptar la cultura necessària, en sistemes complexos i entorns canviants regits pel client.

Veiem doncs les conclusions a les que s'ha arribat en la fase d'anàlisi, pel que fa a les eines i tècniques. Efectivament, s'ha constatat que hi ha diferencies entre els sistemes de producció *lean* de les companyies fabricants d'automòbils, tot i que s'observa una major homogeneïtat en aquest aspecte que a la literatura. Concretament, el 80% de les eines és compartida per més de la meitat de fabricants, i el 50% de les eines està present al 80% dels sistemes de producció i només un 25% de les eines no té presència majoritària als sistemes productius de les dites companyies.

Hi ha eines presents al 100% dels fabricants d'automòbil, lo qual suposa que son absolutament inherents al model *lean*, sigui quin sigui el sistema productiu on s'hagi aplicat. A la taula on han estat presentades totes les eines i els seus percentatges de presencia als sistemes productius, amb un 100% hi figuren eines tan fonamentals com el *kaizen*, la estandardització i la eliminació del malbaratament (veure l'epígraf dedicat a l'anàlisi dels sistemes de producció dels fabricants d'automòbil).

Per altre banda, hem arribat a la conclusió que els principis es mantenen entre les diferents companyies, però difereixen en la forma d'aplicar-los. A més de l'estandardització i del *kaizen*, absolutament presents a tot arreu, destaquem els pilars de la representació del TPS (la "casa de Toyota"), el *Just-In-Time* i el *Jidoka*. En qualsevol cas, el sistema de Toyota es el més evolucionat amb una major presència d'eines i tècniques a prop dels darrers sectors de l'evolució. Com a contrapunt, els sistemes no *lean* inclosos a l'estudi (cas de Volvo) actuen com a element de control de la comparativa, amb un grau d'acompliment *lean* realment baix i, sobretot diferenciat de la resta de sistemes anomenats *lean*.

Pel que fa al focus group, hi ha una gran correlació entre el percentatge d'eines que ha seleccionat i les que es deriven de la literatura. Una de les excepcions més destacades es que la literatura insisteix en el Control Estadístic de Processos, però el TPS parteix d'una qualitat assegurada mitjançant tècniques com *Jidoka* o els dispositius *Poka-yoke*, que fan estèril controlar els percentatges en relació amb la qualitat.

El focus group, a més, dona la mateixa importància a la majoria de principis que els diversos autors de la literatura. On es manifesta més discrepància es a la estratègia de planificació / programació, la gestió de la qualitat i els mètrics relacionats amb la capacitat del procés. Pel que fa als constructors d'automòbils, coincideixen amb el focus group en els principis de la casa de Toyota, tret del cas del Jidoka, que el focus group considera ambigu i contingut dins d'altres principis.

En definitiva, s'ha arribat a la conclusió que, davant de la escassa diferencia en els resultats de les comparacions que, en tot cas apareix com una discrepància positiva, es validen els principis i pràctiques, tal i com es consideren a la literatura, per part dels fabricants i el focus group.

Pel que fa a l'evolució i el model circular, el focus grup no manifesta discrepàncies de pes en relació a seva validesa, però sí remarca que abasta només la meitat del model de transformació *lean*: la relacionada amb les operacions, però no pel que fa a les capacitats de les persones. Això ens duu al model de transformació de John Shook –àmpliament reconegut pel focus group– amb un pilar dedicat a la millora de processos i l'altre al desenvolupament de capacitats, que pretén maximitzar i optimitzar no només els processos, sinó també l'aprenentatge.

A partir d'aquesta evolució i de les diferencies manifestades entre els sistemes de gestió de les distintes companyies, recapitulem les conclusions relacionades amb l'objectiu d'aquest treball d'investigació, que ens han de portar a establir les característiques d'aquests models i, sobre tot, la convergència o divergència dels models resultants, tot basant-se en la triple font d'informació esmentada més amunt: la literatura, els constructors d'automòbils i el focus group. Aquestes conclusions son el fruit de la confirmació o no de les proposicions realitzades com a base d'aquest treball, les quals passem a resumir.

En primer lloc, partim de la idea que un conjunt d'eines no caracteritza el *lean* com a model de gestió, però un sistema *lean* sí que es caracteritza per un conjunt d'eines determinades i això ho refuta la literatura (Pettersen, 2009) i el focus group. Així doncs s'ha arribat a la conclusió que hi ha un únic model, però diferents sistemes de producció. Cada sistema, delimitat pels seus objectius, tindrà un conjunt particular d'eines i tècniques.

En segon lloc, els sistemes de producció *lean* de les companyies fabricants d'automòbils, difereixen quant a les eines i tècniques presents en els seus sistemes, tot i que comparteixen un nucli comú d'eines, amb peculiaritats, que els fan únics dins d'un mateix model, tal com ha quedat demostrat a la taula que presenta les eines i els seus percentatges d'utilització entre els fabricants d'automòbils. Al aplicar als sistemes de producció de les companyies constructores d'automòbil el model d'evolució circular destaca clarament una evolució, tant en temps com en els objectius.

Així doncs, s'ha arribat a la conclusió que les distintes companyies no comparteixen les mateixes eines i tècniques en els seus sistemes de producció, donada la diferencia que hi ha en cada cas, al dependre dels objectius. Tot i així s'ha de matisar que com més semblants son els objectius, més ho han de ser els sistemes productius i que la majoria d'eines i tècniques són compartides per tots els sistemes lean estudiats.

En tercer lloc i, pel que fa referència als aspectes culturals dels sistemes productius *lean*, l'anàlisi ha arribat a la conclusió que eines i cultura son dos aspectes realment discriminats, en relació al *lean*. La cultura queda manifestada, per sobre de tot, en els principis i, en aquest treball, s'ha pogut constatar que, si be els principis son comuns, la forma de representar-los i aplicar-los difereix d'unes companyies a altres.

Així doncs, s'ha arribat a la conclusió que els sistemes productius de les companyies comparteixen els aspectes culturals, degut a la semblança quasi total tant pel que fa al fons de la representació que adopten, com als principis i pilars compartits per tots ells. Aquest fet es compartit també pel focus group.

En quart lloc s'ha plantejat la convergència dels sistemes de producció vers a un únic model *lean*. Per les conclusions obtingudes fins aquí, la investigació està confirmant que els sistemes de producció convergeixen en la mateixa direcció i cap a un sol model basat en el *TPS – Lean*, que conté tots els trets característics dels sistemes *lean*. Hi ha força aspectes que es sumen a aquesta afirmació. Entre d'altres:

- La coincidència de les normatives adoptades (ISO), que forcen cap a l'estandardització
- El petit nombre de fabricants
- La externalització cada vegada més profunda
- L'homogeneïtat de la demanda
- La globalització totalment instal·lada al sector
- La evolució del Sistema de Toyota, imitat per tots els demés fabricants.

Però, a més, la convergència està també facilitada per la forma d'operar del sector, amb:

- L'adopció de les mateixes innovacions i en un temps record.
- El llançament de nous segments coincidents en el mateix mercat.
- El llançament de novetats en el producte, variants que s'estenen molt ràpidament
- L'adopció de tecnologies comunes en tots els aspectes
- La creació de *joint-ventures* i plataformes comuns entre els diferents fabricants.

... tot i que les necessitats i la evolució de cada organització segueix sent diferent.

La eficiència del TPS s'ha mostrat tan superior que s'hagut d'adoptar com a millor alternativa en tots els casos, de forma que, tot i els intents de fer-ne variants o adaptacions (la coneguda com *àgil* per exemple), la conclusió generalitzada es que no hi ha més que un model, amb la seva cultura i els seus principis, tot plegat afavorit per la gran capacitat d'adaptació mostrada pel sector estudiat. Aquest model es el que hi convergeixen els diferents sistemes productius amb les seves diferencies.

Finalment i, en cinquè lloc, hem arribat a la conclusió que els sistemes productius avancen convergint d'una manera continuada. En aquest procés, el benchmarking entre companyies hi ha tingut molt a veure. La pròpia Toyota, en el seu moment, va basar-se en la metodologia PDCA de Deming, en el TWI sorgit durant la segona guerra mundial als EE.UU., en la producció en cadena de Ford, etc. Inclús els sistemes no *lean* com el de Volvo –que estan manifestant una certa evolució cap al *lean*– han servit de model en aspectes humanístics per a Toyota.

Així doncs, i de manera coincident amb la majoria de la literatura actual, els sistemes aportats per les companyies coincideixen tant en forma com en contingut, en un sol model, entre d'altres raons, perquè en bona part el seu origen es comú. Això si, amb diferents evolucions, objectius i, per tant, enfocaments. Es per això que es proposa una metodologia que impliqui alguna forma de canvi cultural a la organització per tal d'adoptar més fàcilment el sistema i per poder sostenir els resultats desitjats en el temps.

Aquesta convergència en un sol model, permet extraure i desenvolupar dels sistemes, una columna vertebral a partir de la qual s'hi poden descriure i explicar la resta de sistemes productius actuals.

La representació virtual, d'aquesta columna vertebral, té forma circular, en la que concèntricament s'hi representen els aspectes que la literatura proposa i que els diferents sistemes amplien/simplifiquen, depenent del seu objectiu. Es el model circular que ens ha servit de base per fixar l'evolució dels sistemes productius i analitzar tots els aspectes necessaris per aquest treball d'investigació, per tal de confirmar o no les proposicions i extraure les conclusions corresponents.

La cerca d'una representació circular també respon als principis de millora continua, la cerca de la perfecció, tot plegat per obtenir finalment, la categorització dels diferents aspectes i eines dels sistemes de producció i el seu posicionament final en un o diversos models.

g. Conclusions dels resultats obtinguts per als directius d'organitzacions.

Inicialment, aquest treball d'investigació pretenia buscar i parametritzar els milers de combinacions que actualment poden composar les possibilitats de l'adopció del *lean* per part de les empreses, des de simplement aplicar 5'S, passant per la perspectiva del *lean* com a caixa d'eines, fins a una cultura que embriaga l'organització.

Podem partir de la hipòtesi que el sector de la automoció és dels més competitius (Sajee Sirikrai, 2006), que és el primer en adoptar solucions, tecnologia, metodologies, estratègies,... i que tot aquest sector ha acabat convergint en una filosofia que conté unes eines, unes pràctiques i una cultura, que anomenen *lean*. Tot això pot ser molt interessant per a la resta d'organitzacions i sectors econòmics, quan es plantegin ser més competitius. I els hi és interessant tant en continguts com en la manera d'aplicar-lo.

Per altre banda, resulta significatiu que grans empreses, fins i tot líders d'altres sectors més enllà del automòbil, hagin adoptat el *lean* sense grans canvis. (Netland T. , 2013). Com a casos emblemàtics podem citar:

- Airbus, Boeing
- Hospitals: NHS...
- GE, Bosch-Siemens Homeappliance
- Alstom,
- Nestlé, Unilever
- Apple, Google, Dropbox
- Lufthansa

Arribats a aquest punt, i fetes les consideracions anteriors, estem en disposició de respondre la pregunta, que sovint sorgeix, sobre si és justificada la diferència de tractament entre sectors. Des de la *Lean Global Network* (Shook, Lean Enterprise Institute, 2013), s'entén que no es justifica la diferència entre sectors, sinó únicament entre implantacions, d'acord amb lo qual existeix un model d'implantació *lean* (LTM) diferent per a cada cas (i no per a cada sector). D'aquesta manera queda evidenciat que cada cas és diferent. I en conseqüència, cada cas té un model *lean* d'implantació propi.

Així doncs, per vèncer les barreres i assolir els objectius, cal dissenyar un model de transformació *lean* adequat per a cada cas i diferent del model de qualsevol altre. Dit d'una altra manera, cap implementació *lean* serà igual, d'acord amb el que Bartegazzi anomenava models contingents, ja que no hi ha dos casos iguals, encara que el model de sistema productiu si sigui el mateix.

Arribats aquí, podem afirmar que el model circular pot ajudar a acotar i definir el sistema de producció contingent necessari en cada cas.

h. Proposta de recerca futura

A les reunions del focus group, Jones i Shook, sostenien la tesi que és la cultura qui ha creat les eines. Així el principi de JIT crea la necessitat de comptar amb kanban, Heijunka, grandària de lot petit... El principi de millora continua dona com a resultat l'ús de Kaizen, Hoshin Kanri... De fet, el model de transformació *lean* creat per Shook (2013), presenta la cultura com una base del sistema, i mostra de quina manera la millora avança en paral·lel al desenvolupament de les capacitats, creant un sistema de gestió, tal com, per exemple, sistema de producció.

Ambdós consideren que el sistema de producció *lean* actual queda descrit al model circular, el qual no té més evolució. I per altra banda consideren que és l'hora de crear un nou model basat en el model transformacional *lean*. D'aquesta manera es crearia un nou model –que podem plantejar si seria del tipus circular– amb noves eines que farien més senzilla l'evolució a través del model, i arribar al model ideal de manera més senzilla.

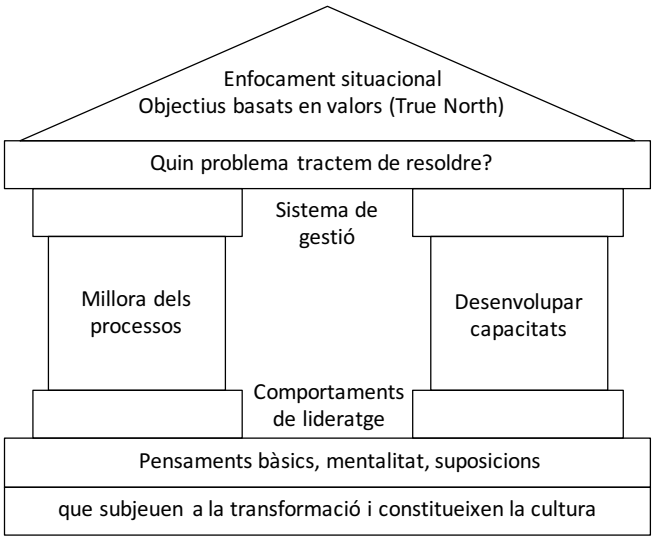


Figura 68. Model de Transformació lean. Shook (2013)

Ja que la cultura és imprescindible per poder assolir els sistemes de producció *lean* més avançats dins del model circular, obtenir aquesta cultura de la manera més ràpida i efectiva possible és clau a l'establiment del sistema de producció. I això és el que s'observa en el Model de Transformació Lean de la figura.

Aquest model no estaria format només per eines operatives (o de millora de la operativa), sinó també per eines d'aprenentatge (o de millora de l'aprenentatge) per anar més ràpid en la comprensió del sistema, i més ràpid en la adopció de la cultura i, per tant, avançar més ràpid en l'assoliment d'objectius cap a l'ideal i en sostenir millor el model de sistema de producció adoptat.

Cuatrecasas Ll., ja avisava: després del *lean*, vindrà més *lean*. I potser fer *lean* del *lean*.

Hi ha una evolució, però és d'un model contingent a un altre. D'aquesta manera, la convergència es produeix, buscant la millora quant a resultats i millora quant a humanització, a través de la millora continua i l'aprenentatge compartit. (Muffatto, 1999).

De fet alguns autors diuen que les eines no existeixen, només la cultura. Com a exemple, Liker (2004), defensor de l'enfoc de la cultura, escriu "es pot veure que el JIT, el *lean*, les 5S,... són només eines que permeten millorar la qualitat i la productivitat. El TPS és molt més que això!"

Però és precisament l'ús de les eines qui contribueix a adquirir la cultura. Usar kanban dona la possibilitat de comprendre el principi del JIT; aplicar la estandardització porta cap a la comprensió del flux continu sense malbarataments; treballar l'eina del A3 ajuda a comprendre la millora continua. Així doncs, les eines, sobretot les primeres del model circular que no necessiten tanta cultura per ser sostenibles, actuen en tots els sistemes de producció observats com a cavall de Troia de la cultura.

Així les pròpies eines de cada sector del model creen cultura, la qual ajuda a adoptar satisfactòriament noves eines, creant un nou bucle. I això es fa mitjançant l'aprenentatge.

De fet, Muffatto (1999) suggereix focalitzar l'anàlisi i la comparativa dels sistemes, sobretot en el rol de les persones, per que són el punt en el que pivota el canvi i la cultura, deixant quasi de banda la resta de consideracions.

Aproximant-nos a aquest nou model que el Total-TPS apunta, i que també ja es ressaltat pels diferents sistemes de producció, s'hi troba l'ús, fins i tot la necessitat de participació de tots els recursos humans en la aplicació i la millora continua. S'apunta, a partir de la observació que es fa del foment a la participació que en el fons, l'aprenentatge i l'ús del coneixement obtingut i aplicat és cabdal. Participació, però enfocada per uns principis *lean* en aquests casos. O, vist d'una altre manera, sense aquesta participació la aplicació no és tant possible, lo qual avala una vegada més la cultura. Així, quasi tots els sistemes de producció s'autodefineixen com a cultura o filosofia, mentre que no tota la literatura ho té tant clar.

Dels principis de Toyota aplicat a tots els sistemes de producció estudiats Taula 57 podem veure les respostes als dos principis relacionats amb la involucració de les persones.

Principi Toyota	Renault	Nissan	VW	GM	Toyota	Daimler	Fiat	Ford	Toyota	Volvo
Principi 9: fomentar líders que comprenguin totalment el treball, visquin la filosofia i ensenyin als altres.	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
Principi 10: Desenvolupar persones i equips excepcionals que segueixin la filosofia de l'empresa.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Principi 14: Convertir-se en una organització d'aprenentatge a través de la reflexió implacable (hansei) i la millora contínua (Kaizen).	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2

Taula 70. Les persones als Sistemes de Producció respecte als 14 principis de Toyota. Elaboració pròpia.

Així doncs, en el nou model les eines necessàries, no només han de aportar la seva part operativa, sinó també la seva vessant d'aprenentatge, visualització, eliminació d'eines que no són necessàries i adopció de noves eines exclusives d'aprenentatge. De fet el nou Total-TPS de Toyota ja apunta cap aquí.

Els objectius no canviaran, el model tampoc, els principis i cultura tampoc; els seus continguts i forma si.

i. Limitacions a la investigació

En la implementació del cas exposat no s'observen diferències en la metodologia, eines o cultura aplicades respecte a d'altres implementacions que puguin explicar-se únicament pel fet del sector escollit. Es va seguir la metodologia general, amb el resultat descrit.

Les descobertes d'aquesta tesi no poden ser generalitzades directament. El reduït nombre d'empreses constructores d'automòbil fa difícil obtenir una mostra estadísticament representativa. Així que tot i tenir dades d'una subpoblació majoritària no deixa de ser una subpoblació.

Per altra banda degut al hermetisme propi de la indústria fa dificultós l'obtenció de dades d'una subpoblació més àmplia, o amb la suficient actualització. Per tot això resulta convenient que investigacions futures contemplin una mostra més amplia d'empreses constructores de vehicles.

De la mateixa manera, la investigació també es pot ampliar a la resta d'actors del sector de l'automoció. Especialment els anomenats *tier1*, que són les empreses que realitzen directament parts i sistemes sencers del cotxe, molts cops dins de la pròpia planta o del propi complex industrial, treballant sota un mateix sistema, i fent difícil de destriar on comença un i acaba l'altre. Uns estudis més profunds per conèixer l'ús exacte de la matèria d'investigació i la seva concreció en sistemes productius, que abarquin els subministradors d'automoció complementarien les proposicions estudiades.

El lean parteix sempre de la proposició de valor de client. En aquest cas la subpoblació estudiada al ser formada per organitzacions multinacionals que competeixen pel mateix mercat, fa que la proposició de valor sigui semblant, i pot fer que els sistemes productius finalment s'hi assemblin. Es proposa provar la validesa de les proposicions, i les conclusions d'aquesta tesi, a d'altres sectors, especialment de sectors i/o organitzacions que es troben a d'altres quadrants del model presentat.

Finalment aquesta tesi conté la limitació del temps i de les pròpies naturals del investigador, fan que la recerca, anàlisi i discussió sempre en resulti limitada.

j. Línies futures d'investigació

En línies futures d'investigació es recomana seleccionar empreses d'altres sectors, a on aquestes siguin reconegudes per les seves bones pràctiques. Centrant la investigació en sectors i mides d'empresa diferent, amb el propòsit de trobar-hi el model o models anteriorment descrits.

a. Validació dels models operacionals de les companyies no automoció
b. Parametrització de les eines i principis del model operacional del sistema productiu de companyies no automoció.
c. Aplicació del model contingent
d. Obtenció de models operatius.

Bibliografia i Referències

2010/2011 Sustanability Report. (2011). *Sustainability Report 2010/2011.* Recollit de Ford Motor Company Corporate: http://corporate.ford.com/doc/sr10.pdf

Aguirre, M. (2011). *Estudio longitudinal de la evolución y la forma como se relaciona TPM con el SPR y su modelo de integración al sistema industrial en una empresa del sector automotriz –Renault-Sofasa–.* Universidad AEFIT, Maestría en Administración, Medellin.

Aláez-Aller, R., Bilbao-Ubillos, J., Camino-Beldarían, V., & Longás-García, J. C. (2000). Los cambios en las relaciones interempresariales en la industria del automóvil: el caso español.

Alsthuler, A., Anderson, M., Jones, D. T., Roos, D., & Womack, J. P. (1984). *The future of Automobile.* Cambridge: MIT Press.

Anand, & Kodali. (2010). Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. *International Journal Management Practice, 4*(1).

Bösenberg, D., & Metzen, H. (1992). Lean Management, Vorsprung durch schlanke Konzepte. *Verlag Moderne Industrie*.

Baker, M., Taylor, I., & Jones, D. (2009). *Hospitales que funcionan.* Ross-on-wye, UK: Lean Enterprise Academy.

Bartezzaghi, E. (1999). The evolution of production models: is a newparadigm emerging? *International Journal of Operations & Production Management, 19*(2), 229-250.

Bayrakstar, Jothishankhar, Tatoglu, & Wü. (2007). Evolution of operations management; past, present and future. *Management Research News*.

Bedeian, A., & Armenakis, A. (1999). Organizational Change: A Review of Theory and Research in the 1990s. *Journal of management, 25*(293).

Berggren, C. (1994). Nummi vs Uddevalla. *Sloan Management Review*, 37-49.

Berggren, C. (1998). Alternatives to Lean Production. Work organization in the Swedish Auto Industry. (I. Press, Ed.)

Bicheno, J. (2004). *The new lean toolbox: Towards fast, flexible flow.* Buckingham: PICSIE Books.

Black, J. (2010). Design rules for implememnting the Toyota Production System. *International Journal of Production Research, 45*(16), 3639-3664.

Boyer, R., & Freyssenet, M. (1995). *The emergence of new industrial models, Hypotheses and analytical procedure.* Actas, Gerpisa.

Boyer, R., & Freyssenet, M. (1998a). One best way?: trajectories and industrial models of the world's automobile producers.

Boyer, R., & Freyssenet, M. (1998b). Between imitation and innovation: the transfer and hybridization of productive models in the international automobile industry.

Bracht, U., Meyer, O., & Oeltjenbruns, H. (sense data). Standarized assembly process planning based on the Toyota Production System.

Camuffo, A., & Roberta, E. (2014). *Fabbrica Italia: l'evoluzione dell'organizzacione del lavoro nel caso Fiat.* Università Commerciale Luigi Bocconi, Management e Tecnologia.

Camuffo, A., & Terpolilli, C. (2010). *World Class Manufacturing: analisi ed applicazioni nell'impresa automobilistica.* Università Commerciale Luigi Bocconi, Economia.

Carretero-Díaz, L. E., & Delgado-Estirado, L. M. (2000). Estrategia logística interna en un contexto de producción ajustada Aplicación al sector de componentes de automoción en España. *Economía Industrial*.

Clarke, C. (2005). *Automotive prodution systems and standarization.* Heidelberg: Phisica-Verlag.

Cooney, R. (2002). Is lean a universal production system? *International Journal of Operations & Production Management, 22*(10), 1130-1147.

Cruz Machado, V., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management, 5*(5), 383-392.

Cuatrecasas, L. (2007). *Indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción Lean.* Recollit de Instituto Lean Management: www.institutolean.org

Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management: la gestión competitiva por excelencia.* Barcelona: Profit.

Cuatrecasas, L. (17 / Abril / 2013). Después del Lean Management vendrá... ¡más Lean! Sabadell.

Cusumano, M. (1985). *The japanese automobile industry: technology and management at Nissan and Toyota.* Harvard University Press.

Cusumano, M. A. (1994). The limits of "Lean". *Sloan Management review, 35*(4), 27-32.

Cusumano, M., & Nobeoka, K. (1998). *Thinking beyond Lean.* New York: The free press.

Daimler. (2008). Sistema de Producción Mercedes.

Daimler Sustainability Report. (2011). *Daimler Sustainability Report.* Consultat el 03 / 09 / 2011, a Daimler: http://sustainability.daimler.com/daimler/annual/2011/nb/English/pdf/DAI_2011_sustainability-online_en.pdf

Dennis, P. (2002). *Lean Production simplified: A plain language guide to the world's most powerful production system.* New York: Productivity Press.

Dispositivo Industrial PSA. (2011). *PSA Citroën Peugeot - Indústria y plataformas.* Consultat el 03 / 09 / 2011, a PSA Citroën Peugeot: http://www.psa-peugeot-citroen.com/es/psa_grupo/industria_b2.php

Emiliani, M. (2006). Origins of Lean Management in America: The role of Connecticut bussinesses. *Journal of Management History, 12*(2), 167-184.

Engstrom, T., Jonsson, D., & Melbo, L. (1996). Production model discourse and experiences from the swedish automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management, 16*(2), 141-158.

Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, techniques, and how to use them.* Barnes&Noble.

Felice, F. D., Petrillo, A., & Monfreda, S. (2013). Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. A M. M. Schiraldi (Ed.), *Operations Management.*

Fine, C. H. (1998). *Clockspeed -Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage.* Perseus Books.

Ford, H., & Crowther, S. (1922). *My Life and Work.* (K. Publishing, Ed.) Garden City, NY: Doubleday, Page & Company.

Fortuny, J., Cuatrecasas-Ll, Cuatrecasas-O, & Olivella, J. (4T / 2008). Metodología de Implantación de la gestión Lean en plantas industriales. (Universia, Ed.) *Universia Business Review*(20), 28-41.

Fujimoto, T. (1999). *The evolution of a manufacturing system at Toyota.* New York: Oxford University Press.

Fujimoto, T., & Clark, K. (1991). *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the world auto industry.* Boston: Harvard Bussiness School Press.

García, J. M., Lampón, J. F., & Vázquez, X. H. (2005). EL MODELO PSA-VIGO: CLAVES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA Y LOGÍSTICA en un entorno digital. *Economía Industrial*(358).

Global Design, Product Development and Manufacturing Network. (2011). *Chevrolet Media - Europe - Company.* Consultat el 03 / 09 / 2011, a http://media.gm.com/media/intl/en/chevrolet/company_chev/global_design_product_development.html

Gomez, P. (2010). *Análisis de la implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la indústria española.* Barcelona: UPC.

Granath, J. (1998). Torslanda to Uddevalla via Kalmar: A journey in production practice in Volvo. *Seminario Internacional Reestruturaçao Produtiva.*

Hall, R. W. (1983). *Zero Inventories.* New York: McGraw Hill.

Hayes, R., & Pisano, G. (1994). Beyong World-Class: The new manufacturing Strategy. *72*(1), 77-86.

Helper, S. R. (1987). *Supplier relations and technical change : theory and application to the U.S. automobile industry.* Tèsis, Harvard University.

Helper, S., & Sako, M. (1998). Determinants of trust in supplier relations: evidence from the automotive industry in Japan and the United States. *Journal of Economic Behavior and Organization, 34*, 387-417.

Henshall, K. (2012). *A History of Japan: From Stone Age to Superpower.* London: Palgrave Macmillan.

Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve -a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management, 24*(10), 994-1011.

Holweg, M. (2006). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management, 25*, 420-437.

Holweg, M., & Pil. (2001). Succesful build-to-order strategies start with the customer. *Sloan Management Review, 43*(1), 74-83.

Holweg, M., & Pil, F. (2004). *The second century: reconneting customer and value chain through Build-to-Order.* The MIT Press.

Hudson, R. (1993). New production concepts, new production geographies? Reflections on changes in the automobile industry. *Transactions of the Institute of British Geographers*.

Imai, M. (1986). *Kaizen: the key's to Japan competitive success.* New York: Random House.

Jürgens, U., Malsch, T., & Dohse, K. (1993). *Breaking from Taylorism. Changing forms of work in the Automobile Industry.* Cambridge: Cambridge University Press.

Jimmerson, C., Weber, D., & Sobek, D. (2005). Reducing waste and errors: Piloting lean principles at Intermountain healthcare). *Journal on Quality and Patient Safety, 31*(5), 249-257.

Jones, D., & Mitchell, A. (2006). Lean Thinking for thr NHS. *NHS confederation*.

Juan, S., & Roussos, A. (2010). *El focus groups como técnica de investigación cualitativa.* (Vol. Documento de Trabajo N° 256). Buenos Aires, Argentina: Universidad de Belgrano.

justacarguy. (2010). *Just a Car Guy*. Recollit de http://justacarguy.blogspot.com.es/2010/07/who-owns-what-nameplate-on-cars-dont.html

Kim, C., Spahlinger, D., Kin, J., & Billi, J. (2006). Lean Health care: What can hospitals learn from a World-class manufacturing. *Journal of Hospital Medicine*.

Kohler, H. (1997). *Economic Systems and Human Welfare: A Global Survey.* Cincinnati, Ohio: South-Western.

Krafcik, J. (1986). *Learning from NUMMI.* Working paper, Massachussets Institute of Technology, IMVP, Cambridge.

Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review, 30*(1), 41-52.

Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System.

Krafcik, J., & MacDuffie, J. (1989). Explaining High Performance Manufacturing: The international Assembly Plant study. *IMVP working paper*.

Lee, B., & Jo, H. (2007). The mutation of the Toyota Production System: adapting the TPS at Hyundai Motor Company. *International Journal of Production Research, 45*(16), 3665-3679.

Liker, J. (2004). *Toyota Way. Las claves del éxito de Toyota.* Productivity.

Liker, J., & Hoseus, M. (2008). *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way.* New York: McGraw Hill.

Llorente, F., & Giráldez, E. (2012). Políticas de gestión de recursos humanos en la industria automovilística. *Observatorio industrial de fabricantes de automóviles y camiones*.

Maccoby, M. (Nov-Dec / 1987). Is There a Best Way to Build a Car? *Harvard Bussiness Review*.

MacDuffie, J., & Krafcik, J. (1992). Integrating technology and human resource practices for high performance manufacturing. *Transformng Organizations*, 209-225.

MacDuffie, J., & Pil, F. (1994). *Transferring Japanese Human Resource Practices: Japanese Auto Plants in Japan and the US.* Massachussets Institute of Technology, IMVP Research Briefing Meeting.

MacDuffie, J., & Pil, F. (1995). The international assembly plant study: philosophical and methodological issues. *Empowerment and exploitation in the global auto industry*.

Martin, C., & Cuatrecasas, O. (2015). *Sanidad Lean.* Barcelona: Elsevier.

McLachlin, R. (1997). Management initiatives and just-in-time manufacturing. *Journal of Operations Management, 15*, 271-292.

Monden, Y. (1981a). Adaptable Kanban systems helps Toyota maintain Just-In-Time production. *Industrial Engineering Journal, 13*(5), 29-46.

Monden, Y. (1981b). How Toyota shortened supply lot production time, waiting and conveyance time. *Industrial Engineering, 13*(9), 22-31.

Monden, Y. (1981c). Smoothed prodution lets Toyota adapt to demand changes and reduce inventory. *Industrial Engineering, 13*(8), 42-51.

Monden, Y. (1983). *The Toyota production System.* Engineering and Management Press.

Monden, Y. (1986). *Applying Just in Time : the American-Japanese experience.* (I. o. Engineers, Ed.) Norcross, Ga: Industrial Engineering and Management Press.

Monden, Y. (1998). *The Toyota Production System. 3rd ed.* Engineering and Management Press.

Moyano-Fuentes, & Sacristán-Diaz. (2011). Learning on lean: a review of thinking and research. *International Journal of Operations & Production management*.

Muffatto, M. (1999). Evolution of production paradigms: the Toyota and Volvo cases. *Integrated Manufacturing Systems*.

Nakada, K. (1999). *Lean Toolbox.* (GM, Ed.)

Netland, T. (2013). Exploring the phenomenon of company-specific production systems: one best-way or own best-way? *International Journal of Production Research, 51*(4).

Netland, T., & Sanchez, E. (2013). Effects of a production improvement programme on global quality performance The case of the Volvo Production System. *TQM*.

Nijdam, W. (2010). Lean roll-out. *Lean Summit Amsterdam.* Lean Instituut Management.

Nissan. (1996). *Nissan Production Way. Gemba Kanri.* Nissan Motor.

Nissan Motor Manufacturing (UK) Ltd – Sunderland Plant. (2007). *Sunderland Plant Information Guide.* Sunderland: Nissan Motor Manufacturing (UK) Ltd.

Ohno, T. (1978). Toyota Production System. (T. M. Corporation, Ed.)

Ohno, T. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production.* Productivity.

Ohno, T., & Kumagai. (1980). Toyota Production System. *International Conference on Industrial Systems Engineering in Developing Countries.* Bangkok.

Olivella, J. (2009). *Organización de los recursos humanos para la producción de alto rendimiento.* Cera.

Oyarbide, A. (2003). *Manufacturing systems simulation using the principles of system dynamics* (Tesis Doctoral ed.). UK: Cranfield University.

Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International journal of Production research.*

Peligros, M. d., & Bilbao, J. (2005). EL PROCESO DE EXTERNALIZACIÓN PRODUCTIVA EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL AUTOMÓVIL. *Economía Industrial*(358).

Perry, C. (1996). Cómo escribir una tesis doctoral. Toowoomba.

Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal, 21*(2), 127-142.

Pil, F., & MacDuffie, J. (1999). What makes trasplants thrive? *Journal of World Bussiness, 34*(4), 372-391.

Poksinska, B. (2010). The current state of Lean implementation in health care: literature review. *Quality Management in healthcare, 19*(4), 319-329.

Prat, A., Tort-Martorell, X., Grima, P., & Pozueta, L. (1997). *Métodos estadísticos Control y mejora de la calidad.* Barcelona: UPC.

Renault. (2003). *Renault Production Way.* Press kit.

Renault Nissan. (2009). *Alliance facts & Figures 2009 .*

Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers* (2a ed. ed.). Oxford, UK: Blackwell publishing.

Roos, D. (2003). *The development of engineering systems at MIT.* Engineering systems workshop, MIT.

Rother, M. (1999). *Observar para crear valor.* Cambridge, MI, EUA: Lean Enterprise Institute.

Sajee Sirikrai, J. T. (2006). Industrial competitiveness analysis: Using the analytic hierarchy process. *Journal of High Technology Management Research, 17*.

Sandberg, Å. (1994). *Enriching production. Perspectives on VOlvo's Uddevalla plant as an alternative to lean production.* (Segona ed.). (S. I. life, Ed.) Estocolm, Suècia: Avebury.

Schonberger. (1982). Some observations on the advantages and implementation issues of just-in-time production systems. *Journal of Operations Management, 3*(1), 1-12.

Schonberger. (1998). The Japanese era and its influence on OM practice and strategy. *Annual POMS Conference.* Santa Fe.

Schonberger, R. (1982). Japanese manufacturing techniques: nine hidden lessons in simplicity.

Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management, 21*, 129-149.

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management, 25*, 785-805.

Shimada, H., & MacDuffie. (1986). *Industrial relations and "Humanware": Japanese investmentsnin Automobile Manufacturing in the United States.* Working paper, MIT, Sloan School of Management.

Shingo, S. (1981). A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint.

Shook, J. (2010). *Managing to learn.* Lean Enterprise Institute.

Shook, J. (2013). *Lean Enterprise Institute*. Recollit de www.lean.org/lean-transformation

Shook, J., & Marchwinski. (2003). *Lean Lexicon.* Lean Enterprise Institute.

Shook, J., & Marchwinski, C. (2003). *Lean lexicon.* Cambridge: Lean Enterprise Institute.

Shook, J., & Rother, M. (1999). *Aprender a ver.* Lean Enterprise Institute.

Shook, J., & Rother, M. (1999). *Observar para crear valor.* Cambridge: Lean Enterprise Institute.

Simon Wu, H. W. (2009). How Lean Supply Chain Effects Product Cost and Quality - A Case Study of the Ford Motor Company. *Service Systems and Service Management.* ICSSSM '09.

Skinner, W. (1985). *Manufacturing – The Formidable Competitive Weapon.* New York: John Wiley & Sons.

Sobek, D., & Jimmerson, C. (2005). A3 reports: Tool for process improvement.

Spear, S., & Bowen, K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*.

Spearman, M. L., Woodruff, D. L., & Hopp, W. J. (1990). *CONWIP, a pull alternative to Kanban.* International Journal of Production.

Staccinia, P., Joubertb, M., Quarantac, J.-F., & Fieschib, M. (2005). Mapping care processes within a hospital: from theory to a web-based proposal merging enterprise modelling and ISO normative principles. *International Journal of Medical Informatics*(74), 335-344.

Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa. (1977). Toyota production System and Kanban System; materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research, 15*(6), 553-564.

Taylor, F. W. (1911). *The Principles of Scientific Management.* New York: Harper & Brothers.

Torrence Boone, C. W.-S. (abril / 2012). *Think with Google*. Recollit de https://www.thinkwithgoogle.com/articles/lean-communication.html

Toyota Motor Corporation. (2001). *The Toyota Way - Sharing the Toyota Way Values*. Consultat el 04 / 09 / 2011, a http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/globalizing_and_localizing_manufacturing/

Toyota Production System. (2011). *Production System - Toyota Motor Corporation Global website.* Consultat el 03 / 09 / 2011, a http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/

Tries, L. (2001). Emerging production systems in the transnationalisation of German carmakers: adaptation, application or innovation. *New Technology, Work and Employment, 18*(2).

TSSC Center, T. P. (2015). *TSSC brochure*. Consultat el 2015, a http://www.tssc.com/media/pdfs/TSSC-brochure.pdf

Volkswagen AG. (2008). *Annual report*. Consultat el 04 / 09 / 2011, a http://annualreport2008.volkswagenag.com/managementreport/value-enhancingfactors/production.html

Volkswagen AG. (20 / 11 / 2008). *"Lean Center" leads the way for Group and brand*. Consultat el 04 / 09 / 2011, a

http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info_center/en/themes/2008/11/group_lean_center.html

Volkswagen AG. (2010). *Annual report*. Consultat el 04 / 09 / 2011, a http://annualreport2010.volkswagenag.com/servicepages/downloads/files/entire_vw_ar10.pdf

Volkswagen Chronik. (9 / 5 / 2011). *Globalization of the Mobility Group*. Consultat el 4 / 9 / 2011, a http://www.chronik.volkswagenag.com/inc/pdf.php?year=1992&lang=en

Volkswagen group. (2009). El Sistema de producción SPS de Seat.

Volkswagen Group of America. (2009). *Supplier manual for the Supplier manual for the logistics concept logistics concept of Volkswagen Group of America Chattanooga Operations LCC*. Recollit de http://www.vwgroupsupply.com/b2b/vwb2b_folder/supply2public/downloads/weltweit_vertreten/vw_group_of_america/vwgoa_supplier_manual.file.pdf

Voss, C., & Robinson, S. (1987). Application of Just-In-Time manufacturing techniques in the United Kingdom. *International Journal Operations and Production Management, 7*(4), 46-52.

Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). *Case research in operations management* (Vol. 22). Internacional Journal of Operations and Production Management.

Web Of Knowledge. (juliol / 2016). Recollit de www.webofknowledge.com

Weerasombat, T., & Hampson, I. (2012). Between Lean and Reflective Production: The case of Toyota Motors Thailand. *International Labour Process Conference.* Estocolm: Australian School of Bussiness, Sydney, Australia.

Williams, Harlam, Cutler, Adcroft, & Johal. (1992). Against Lean Production. *Economy and Society, 21*(3), 321-354.

Womack, J. (2011). *Gemba Walks.* Cambridge: Lean Enterprise Institute.

Womack, J., & Jones, D. (1994). From lean Production to the Lean Enterprise. *Harvard Bussiness Review, 72*(2), 93.

Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking.* Cambridge, MA, USA.

Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.* New York: Free Press.

Womack, J., & Jones, D. (2006). *Lean Solutions.*

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1989). The Machine that changed the world.

(2007). *World Class Manufacturing Fiat Group.* Fiat Group.

Yin, R. (1993). Application of Case Study Research - Design and Methods.

Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods.* Thousand Oaks, CA, EUA: Sage Publications.

Annexes

Annex I. Sector automoció.

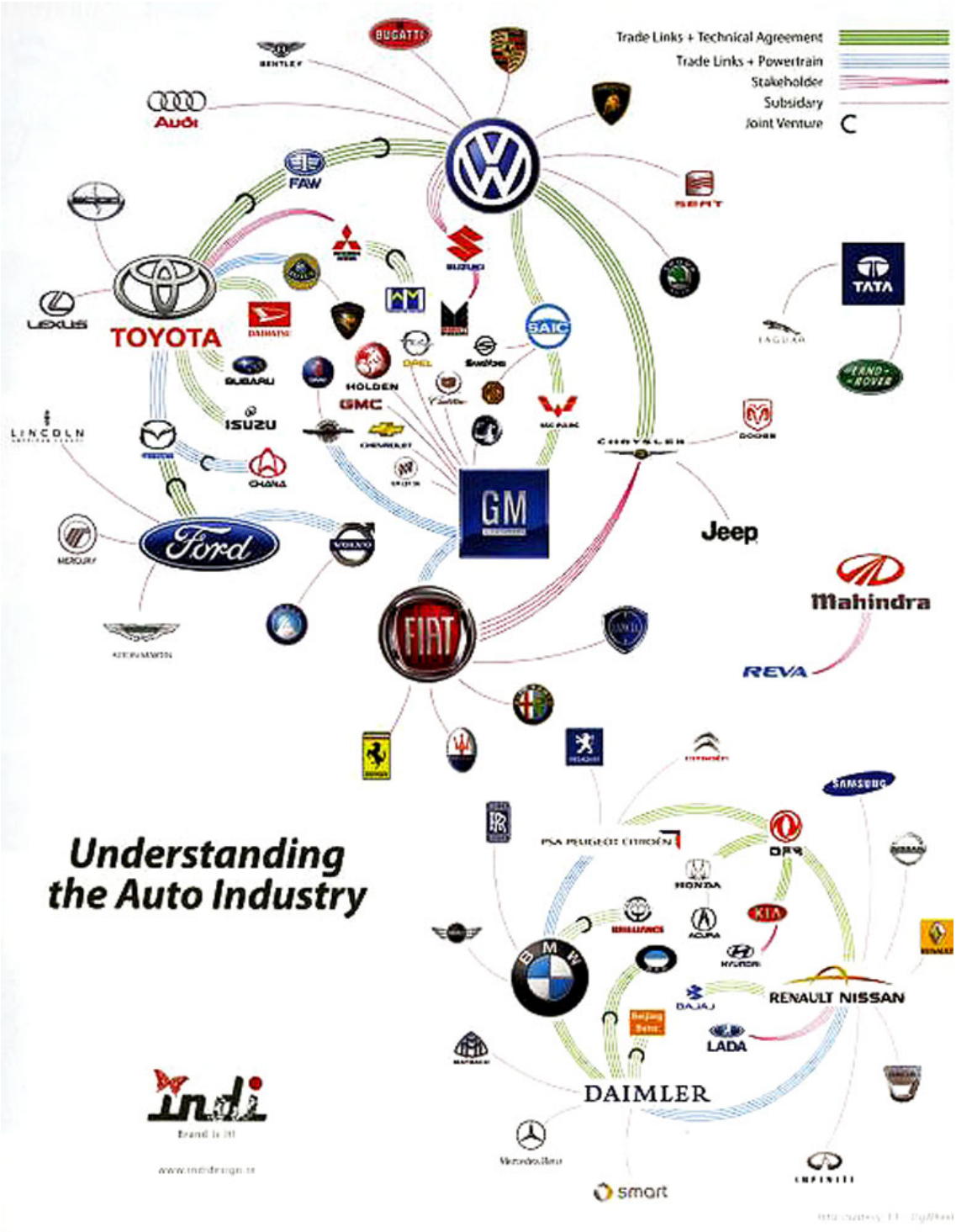


Figura 69 Relacions del sector de l'automòbil. (justacarguy, 2010)

Annex II. Terminologia

Les 4'M. Les variables que manipula un sistema de producció per produir valor per als clients. Els tres primers són els recursos, la quarta és la forma en què s'utilitzen els recursos.
Les 4 M's signifiquen:
1. Material sense defectes o mancances.
2. Màquina sense avaries, defectes o interrupcions no planificades.
3. Ma d'obra amb les habilitats necessàries, puntualitat, i sense absentisme no programat.
4. Mètodes estandarditzats, manteniment i gestió.

5 perquès – És una pràctica consistent a preguntar repetidament per què?, cada vegada que es troba un problema, per tal d'aprofundir en els símptomes obvis i descobrir la causa arrel.

5 S
Cinc termes relacionats, començant amb un so S, que descriu les pràctiques de treball per al control visual i l'ordre. Els cinc termes en japonès són:
1. Seiri: separar elements necessaris dels que no siguin necessaris-eines, peces, materials, paperassa, a més de descartar els que no siguin necessaris.
2. Seiton: ordenar acuradament el que queda, un lloc per a cada cosa i cada cosa al seu lloc.
3. Seiso: Netejar i rentar.
4. Seiketsu: Estandardització derivada del desenvolupament normal de les tres primeres S.
5. Shitsuke: Disciplina, sostenibilitat.

7 malbarataments – És la classificació per categories que va fer Taiichi Ohno dels majors malbarataments que es troben típicament en la producció en massa: 1. Sobreproducció, 2. Esperes, 3. Transports interns, 4. Processos, 5. Inventaris, 6. Moviments, 7. Correcció.

Espina de peix – Fishbone layout. Al contrari que les línies tradicionals, on a una única línia es munta tot el conjunt, a les línies tipus espina de peix, les línies es troben dividides.
Cada línia s'assigna a un grup de treball de 15-20 persones. La línia pot ser detinguda amb més facilitat sense afectar les altres operacions de muntatge. I com a conseqüència, l'autonomia dels treballadors s'incrementa de la mateixa manera que la possibilitat de dur a terme millores (kaizen).

Els subconjunts es munten en les línies secundàries, quedant així una forma de espina de peix, que li dona el nom. El major nombre possible de tasques es deleguen a aquestes línies de muntatge secundàries. En la majoria dels casos els subconjunts són mòduls. No obstant això, cada mòdul pot fer-se ja sigui per un sol grup o per diversos grups d'acord amb la necessitat d'equilibrar la línia. A cada segment hi ha un equip coordinat per un cap d'equip.

En general, quan es compara amb el sistema anterior, cada segment és ara funcionalment, física i operativament separada dels altres segments (Fujimoto, 1996).

El concepte subjacent a aquesta evolució en el sistema de Toyota és el "procés de producció completa", que es va obtenir majoritàriament a través del conjunt de sub-conjunts per grups o equips. En segon lloc, aquests subconjunts tenen un significat funcional perquè el grup o equip en si poden comprovar si les obres subconjunt.

Flux. Produir i moure un element a la vegada (o un petit i consistent lot de material) a través d'una sèrie de passos de processament tan contínuament com sigui possible, amb cada pas fent just el que se sol·licita el següent pas.
El flux continu es pot aconseguir de diverses maneres, que van des de les línies de muntatge en moviment a les cèl·lules manuals. També es coneix com a flux peça-a-peça.

Heijunka – En japonès "anivellat". Acció d'anivellar el mix i les quantitats de producció en un període de temps determinat. Permet que el departament de producció pugui complir eficientment amb la demanda del client, al temps que s'evita treballar en lots, minimitzant-se els inventaris, els costos de capital, la força laboral i els terminis de lliurament en tot el flux de valor..

Jidoka. – Proporcionar als operaris i a les màquines l'habilitat per detectar una situació anormal i aturar automàticament el treball. Això permet assegurar la qualitat de les operacions en cada procés i independitzar les persones de les màquines per treballar amb major eficiència. El Jidoka, al costat del just in time és un dels dos pilars del Sistema de Producció de Toyota.

JIT (Just-In-Time) – Sistema de producció que produeix i lliura el que es necessita, quan es necessita i només en les quantitats demanades. El JIT i el Jidoka són els dos pilars del Sistema Toyota de Producció. El JIT es recolza en el Heijunka com a base i comprèn tres elements operatius: el sistema pull, el Takt time i el flux continu.

Kaizen – La millora contínua d'un flux de valor complet o un procés individual per crear més valor amb menys malbaratament.
Hi ha dos nivells de Kaizen:
1. Sistema de flux o Kaizen se centra en el corrent de valor global. Aquest és el Kaizen per a la gestió.
2. Procés de Kaizen se centra en els processos individuals. Aquest és el Kaizen dels equips de treball i caps d'equip.

Layout. Disposició a l'espai de les màquines, dels materials i de les persones.

Malbaratament. Qualsevol activitat que consumeix recursos, però no crea cap valor per al client. La majoria de les activitats són els residus-muda i cauen en una de dos tipus. Escriu una muda crea cap valor, però és inevitable amb les tecnologies actuals i actius de producció. Un exemple seria la inspecció de soldadures per garantir que són segurs.

OEM. Original Equipment Manufacturer. Els fabricants de productes de venda a client.

PDCA – Cicle de millora basat en el mètode científic de proposar un canvi en un procés, posar-ho en pràctica, comprovar els resultats i actuar de forma apropiada. També conegut com a cicle Deming o Roda de Deming en honor a W. Edwards Deming, que en els anys cinquanta va introduir aquest concepte en el Japó. El cicle PDCA té 4 etapes: Pla, Do, Check, Act (PDCA) = Planificar, Fer, Comprovar, Actuar

Poka-Yoke – Mètodes que ajuden als operaris a no cometre errors en el seu treball triant la peça equivocada, ometent una peça, posant una peça a l'inrevés, etc. També coneguts com anti-error, poka-yoke (a prova d'error) i baka-yoke.

Pull. – Mètode de control de producció en què les activitats aigües avall comuniquen les seves necessitats a les activitats aigües amunt. La producció pull combat la sobreproducció i és un dels tres principals components d'un sistema complet de producció just in time.
Hi ha tres tipus bàsics de sistemes de producció pull:

- Supermercat sistema pull
- Sistema de pull seqüencial
- Supermercat mixta

Push. Mètode de producció en què les activitats aigües amunt produeixen sense tenir en compte les necessitats de les activitats aigües avall.

SMED. Single Minute Exchange of Die, es refereix a l'objectiu de reduir els temps de canvi a un sol dígit, o menys de 10 minuts. És un procés per canviar els equips de producció d'una referència a una altra en tan poc temps com sigui possible. Ideat per Shigeo Shingo es va desenvolupar en els anys 1950 i 1960.

SPC. El control de procés estadístic, és un mètode de control de qualitat que utilitza mètodes estadístics. SPC s'aplica per tal de supervisar i controlar un procés. Seguiment i control del procés assegura que funciona al seu màxim potencial. En el seu ple potencial, el procés pot fer que s'ajusti el més possible del producte amb un mínim (si no una eliminació) dels errors (reprocés o ferralla).

Takt time – És el temps de producció disponible dividit per la demanda del client. El Takt time es va començar a utilitzar com a eina de gestió de la producció en la indústria aèria alemanya en els anys trenta (Takt és la paraula alemanya que significa interval exacte de temps, de la mateixa manera que ho mesuraria un metrònom).

Tier 1. Primer nivell de subministradors de peces als fabricants d'automòbil.

TPS. Toyota Productions System. Els sistema de producció de Toyota.

Valor. El valor inherent d'un producte, a jutjar pel client i que es reflecteix en el seu preu de venda i la demanda del mercat.

Valor-Afegit
Qualsevol activitat que els clients jutgin de valor.

No-Valor-Afegit
Qualsevol activitat que augmenta el cost, però cap valor al producte o servei segons els ulls del client.

Índex de taules

Índex de figures

Índex de gràfics